

Resum

En aquest projecte s'analitza l'oferta en el mercat del Quincunx, es veu que només hi ha un únic venedor d'aquest producte, el que fa que ens preguntem si existeix espai al mercat per a que un altre competidor entri, es veu que hi ha espai suficient. També s'observa que el competidor ven el seu producte a un preu molt elevat.

S'estudia també el disseny i l'estratègia de màrqueting d'una eina educativa de recolzament als professors dels centres docents europeus, el **Quincunx**. L'objectiu d'aquest instrument és facilitar la comprensió de la teoria bàsica de l'estadística, aprofundint en els aspectes de la mitjana mostral, la variància i el teorema central del límit entre d'altres. Actualment els estudiants que inicien aquesta matèria a les aules troben el contingut molt abstracte, i amb aquesta eina poden interpretar gràficament com es comporten les variables mostrals de l'estadística.

D'altra banda, per realitzar el disseny d'aquesta eina s'ha utilitzat el programari SolidWorks i s'ha estudiat una estratègia de màrqueting, per tal d'introduir-ho de la millor forma possible als centres docents a la província de Barcelona.

Finalment, es compara econòmicament la versió de la única empresa que fabrica el Quincunx amb la versió dissenyada en aquest projecte, arribant a la conclusió que es pot guanyar quota de mercat al marc europeu amb la versió "low cost" de la versió americana.

Sumari

1. PREFACI	5
1.1. Origen del projecte	5
1.2. Motivació	6
1.3. Requeriments previs	6
2. INTRODUCCIÓ	7
2.1. Objectius del projecte	7
2.2. Abast del projecte	7
3. PRESENTACIÓ DEL QUINCUNX	9
3.1. Antecedents històrics	10
3.1.1. L'autor	10
3.1.2. Origen de la paraula Quincunx	11
3.1.3. Utilitats a la ciència	12
3.2. Disseny del creador	12
3.3. Teoria implícita al Quincunx	13
3.4. Utilitats del Quincunx	14
3.5. Estudi de mercat	15
3.6. Resultat de l'estudi	16
4. DISSENY DEL PROTOTIP	18
4.1. Reflexions inicials	18
4.2. Disseny	18
4.3. Anàlisi de cada component	20
4.4. Plànols	25
Plànol P001 Explosió	27
Plànol P002 Tauler	29
Plànol P003 Carrils	31
Plànol P004 Barra	33
Plànol P005 Malla	35
Plànol P006 Punxa	37
Plànol P007 Arandela	39
Plànol P008 Embut	41
Plànol P009 Cargol embut	43
Plànol P010 Tirador embut	45
Plànol P011 Passa boles	47
Plànol P012 Tope	49
Plànol P013 Tapa	51
4.5. Estudi del cost del prototip	53

5. ESTRATÈGIA DE MÀRQUETING – PLA D'ACCIÓ	59
5.1. Aspectes a valorar	59
5.2. Manual d'instruccions	62
5.3. Exercicis per als professors	63
6. IMPACTE MEDI AMBIENTAL	66
6.1. Evaluació de l'impacte ambiental si el prototip es dus a terme.....	66
6.1.1. Materials	66
6.1.2. Processos	67
6.1.3. Repercussions derivades del seu ús.....	67
7. CONCLUSIONS	68
8. ESTUDI ECONÒMIC	69
AGRAÏMENTS	71
BIBLIOGRAFIA	73
ANNEX	75

1. Prefaci

La màquina de Galton és un tauler que s'utilitza com a eina educacional amb gran potencial didàctic en l'Estadística. Aquest tauler apropa l'estadística mitjançant la pràctica empírica als alumnes dels centres docents. Després de veure que als Estats Units s'està utilitzant amb molt d'èxit s'ha decidit estudiar el cost de la fabricació d'un Quincunx, per tal de poder estudiar a posteriori la viabilitat d'implantar-lo i comercialitzar-lo mitjançant una empresa. No obstant en aquest projecte només es valorarà el cost de fabricació així com la forma idònia de introduir-lo al mercat i presentar-lo als clients.

El programari SolidWorks permet dissenyar aquest tauler en 3D per tal de tenir un primer prototip i aconseguir un pressupost inicial per a la fabricació d'aquest tauler. Així com donar una visió en 3D de com és el prototip realitzat.

El projecte té com objectius consolidar una base ferma per a la fabricació del tauler, així com d'establir l'estratègia a seguir per tal de que resulti atractiu als centres docents, però en cap moment es pretén realitzar un estudi de la viabilitat d'implantar el Quincunx a una empresa o simplement dissenyar una empresa. S'incideix més endavant en aquests punts per tal de que quedi clar i no crear cap tipus de confusió.

1.1. Origen del projecte

Des del Departament d'Estadística, on es disposen d'algunes versions d'aquests taulers, s'ha constatat el potencial d'ensenyament que tenen en el camp de la estadística. Ja que durant molts anys s'ha estat utilitzant a les aules de la Universitat Politècnica de Catalunya amb èxit. Gràcies a aquesta eina els alumnes són capaços d'entendre millor els conceptes que els hi costa aprendre o que tenen dificultats per entendre. D'aquesta manera els professors aconseguixen avançar més ràpid en el temari i realitzar més exercicis per acabar de consolidar el temari.

Donat que el tauler de Galton o Quincunx només es fabrica als Estats Units, on té un cost molt elevat i un transport a Europa que gairebé duplica el seu cost, el professor Pere Grima va arribar a la conclusió de que era necessari realitzar un projecte basat en la fabricació del Quincunx dins el continent Europeu. Per tal de veure el cost de fabricació del Quincunx i valorar la possibilitat d'implantar-lo al mercat i presentar-lo tant als Instituts com a les Universitats.

1.2. Motivació

La idea de realitzar el disseny i l'estratègia de màrqueting va ser la meua motivació principal, ja que així es pot ajudar a tots els alumnes dels centres docents a entendre millor l'estadística, aquell tema que sempre queda al final dels llibres d'ensenyament dels instituts (donat que és el que més confusió provoca als alumnes). [5]

A l'hora que jo aconseguixo la meta personal d'acabar una etapa de la vida, com és l'etapa d'Universitari, també proporciono el que el professor Pere Grima necessita per continuar endavant amb la seva idea de proporcionar un Quincunx en cada Universitat o Institut. Pot ajudar molt a tots els joves que els hi costa entendre l'Estadística, ja que aconsegueix proporcionar una visió molt gràfica dels resultats dels experiments.

1.3. Requeriments previs

És important tenir un coneixement profund dels temes que es parlen en aquest projecte, per això es considera necessari valorar els requeriments que aquest projecte requereix per tal de poder realitzar aquesta tasca, per tant, els requeriments previs són: els **tècnics** i els **conceptuals**.

Per una banda, els requeriments tècnics d'un bon software i hardware que sigui capaç de dur a terme el disseny del tauler en 3D per obtenir a posteriori els plànols en 2D, solucionat amb el paquet informàtic SolidWorks, el qual s'ha aconseguit a la Biblioteca de la UPC. A més a més, s'ha de saber fer servir per tal de poder realitzar el disseny de forma adequada. Mentre es realitza el disseny s'ha de tenir sempre en compte tots els aspectes que s'han valorat com rellevants, aconseguint així els objectius marcats.

Pel que fa als requeriments conceptuals es considera necessari dedicar una part del treball al repàs dels conceptes bàsics que van apareixent al llarg del projecte. Per fer entendre millor als lectors del projecte el que succeeix dins del Quincunx. Per tant, és bàsic que les persones que realitzen aquest projecte tinguin la capacitat de saber expressar de la millor forma els conceptes que els lectors han d'entendre.

2. Introducció

2.1. Objectius del projecte

Aquest projecte té una missió molt clara, està marcat per dos pautes molt segmentades, el projecte està format per una vessant de disseny i una segona vessant més econòmica i promocional.

L'objectiu d'aquest projecte és:

- **Elaborar un primer disseny de l'eina Quincunx**, que valgui com a primer prototip, per tal de poder treballar sobre una base a l'hora de realitzar el pressupost, i tenir una primera perspectiva del cost que tindria fabricar el Quincunx a la província de Barcelona.
- **Evaluar econòmicament** aquesta eina, és a dir, es vol obtenir un primer cost del prototip que sigui més competitiu que el que existeix actualment als Estats Units.
- **Valorar una estratègia promocional** que marki les pautes a seguir per presentar el Quincunx als clients. Ha de ser una guia que marki clarament les accions que s'han de fer per presentar-lo de forma atractiva.

Un cop s'assoleix el primer disseny, l'objectiu és aconseguir un cost de fabricació òptim, el qual s'aconsegueix realitzant una sèrie d'hipòtesis inicials. Per la branca més empresarial l'objectiu s'assoleix l'objectiu ja esmentat de realitzar un pla d'acció per garantir l'èxit d'aquest producte, una estratègia intel·ligent per tal de fer atractiu un producte poc conegut tant a la província de Barcelona com al marc europeu.

2.2. Abast del projecte

Tal i com ja s'ha comentat, aquest projecte és plantejat com la base per l'obtenció del cost d'un producte final, tot i que només pretén donar una idea del que es podria arribar a aconseguir si es portés a terme, per aquest motiu no s'estudia el cost que suposaria plantejar una empresa o associar-se amb una empresa, ja que aquest projecte es limitat a l'estudi del disseny, es a dir, només es dissenya i s'aconsegueix les peces més econòmiques per part dels proveïdors (dins de les limitacions que s'han tingut donat que al ser un projecte universitari els proveïdors no volien ofertar) i plantejar els passos a seguir per presentar el Quincunx als centres docents de la província de Barcelona.

A priori no es preveu la implantació a la realitat, per això es parla sempre de **prototip**, tot i que se sap que pot ser una eina molt poderosa al mercat pels professors dels centres docents.

Donat que aquest producte es podria comercialitzar a tota Europa, a l'hora de realitzar l'estudi del cost de fabricació d'un Quincunx i valorar la primera producció de prova, només es valora en un primer estudi a la província de Barcelona, així s'obté una petita mostra poblacional, per tal de poder estudiar i preveure el que podria ser l'evolució del Quincunx al marc europeu.

3. Presentació del Quincunx

El tauler en la majoria dels casos apareix en llibres anomenat **Quincunx**, però també se'l coneix com, el **tauler de Galton**, la **caixa de Galton** (en referència al seu creador) o per la **màquina de pèsols** ("The bean machine" per la similitud de les boles que hi ha al tauler amb els pèsols).

Aprofundint amb el tauler, es divideix en 3 zones diferenciades per la seva funció:

- **La primera zona:** És la part de l'embut, des d'on es deixen caure les boles que passen a la segona zona.
- **La segona zona:** Consta d'una malla de pins que estan disposats de manera intercalada (veure Figura 1). En aquesta malla quan una bola xoca amb un pin, aquesta ha de decidir si va a la dreta o a l'esquerra. Un cop passa la primera fila, xoca amb un pin de la segona fila i ha de tornar a prendre la mateixa decisió, i així fins que passa per totes els files, arribant finalment a la tercera zona.
- **La tercera zona:** Disposa d'uns carrils on les boles s'acomoden un cop passen la segona zona, i és en aquest espai on es veu il·lustrat gràficament el resultat de les decisions que han pres les boles: **la corba binomial**. [2]

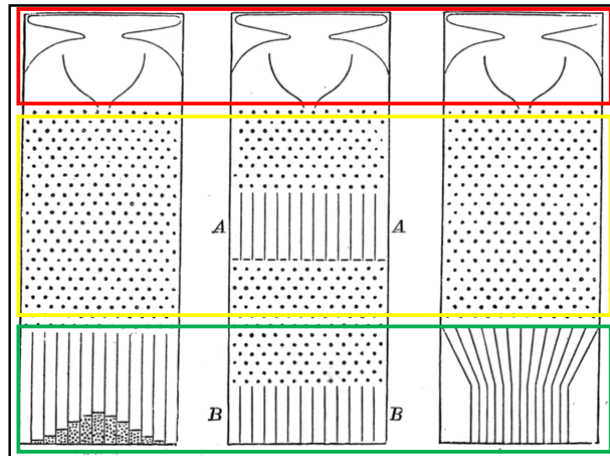


Figura 1. Segon disseny del Quincunx de Galton, F. [2]

Llegenda : ■ Primera zona, ■ Segona zona, ■ Tercera zona

Així doncs s'entén el Quincunx com a **eina educativa** de gran potencial, donat que aporta un sentit físic a l'estadística i que permet jugar amb dos factors claus:

- La mitjana (en aquest cas l'embut)
- La variància (en aquest cas el número de files de la malla de pins).

Aquests dos factors permeten que el Quincunx pugui reflectir físicament aquests fenòmens tan abstractes com són la mitjana i la variància. Tothom que hagi estudiat estadística en algun moment de la seva vida ha estat rumiant en el sentit d'aquestes dues variables i s'arriba a la conclusió que hagués ajudat molt tenir el suport d'aquesta eina. [2]

3.1. Antecedents històrics

3.1.1. L'autor

L'inventor del Quincunx és l'anglès **Sir Francis Galton**, que va néixer el 16 de Febrer de 1822 i morir el 17 de Gener de 1911 als 89 anys a Gran Bretanya. Sir Galton és conegut en molts camps de la ciència per les seves grans aportacions: va ser antropòleg, geògraf, explorador, inventor, meteoròleg, estadístic, etc. En la seva família es destaca que és cosí i amic del científic naturalista Charles Darwin. (Veure Figura 2).

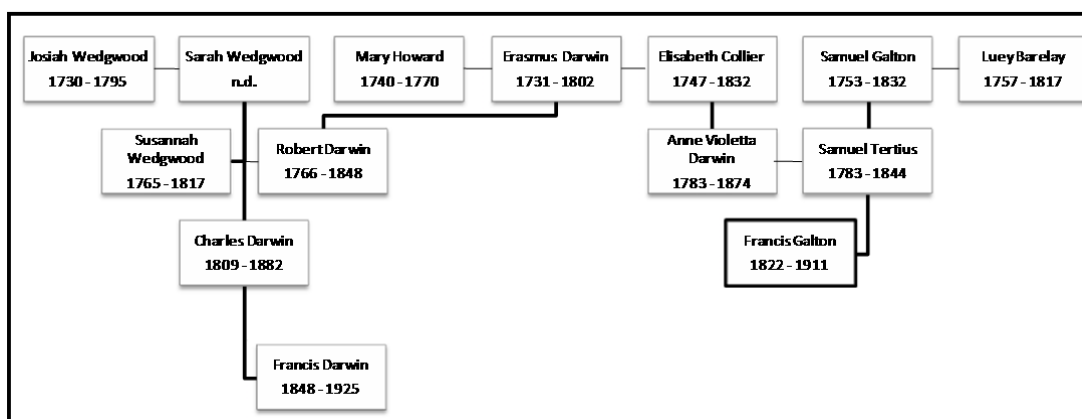


Figura 2. Arbre familiar de Galton. [10]

Com a científic va realitzar la majoria de les seves investigacions per compte propi. Repassant les seves investigacions s'observen les seves múltiples contribucions al món de la ciència, tenint el reconeixement que es mereixien quan Galton als 87 anys va rebre el títol de Sir Francis Galton.

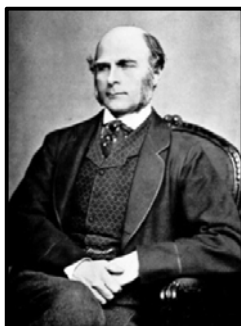


Figura 3. Sir Francis Galton. [15]

Entre totes les branques en que Sir Galton va contribuir, aquest projecte es centra en la branca de la **estadística**. Sir Galton va realitzar una sèrie de investigacions en les quals va formular la ciència de la estadística: va inventar la línia de la regressió sent el primer en explicar el fenomen de la **regressió a la mitja**; va ser pioner en l'ús de la **distribució normal** i va inventar la **màquina del Quincunx** (o màquina de Galton), instrument que li va servir per demostrar la **lleï i la distribució normal**. També va descriure les propietats de la **distribució normal bivariant** i la seva relació amb l'**anàlisi de regressió** i va introduir el concepte de **correlació**. Sir Galton es va inspirar en el llibre sobre la teoria de les probabilitats de Adolfo Quetelet (Inventor del IMC – Índex de Massa Corporal), fet que li va fer conèixer la **distribució de Gauss o normal**. [1]

3.1.2. Origen de la paraula Quincunx

Quincunx és el nom d'una moneda romana amb 5 marques a la seva cara, similar a la cara d'un dau número 5. Aquesta moneda va ser present en temps de la República Romana (211 – 208 aC), i representava cinc dotzenes parts d'un as. Aquesta moneda no formava part del estàndard Romà.

Aquest patró també s'ha utilitzat a l'agricultura com a model per a la plantació d'arbres (Veure Figura 3). Sir Galton va utilitzar el mateix patró en el seu tauler, concretament a la segona zona, on es troba la malla de pins. És per això que va decidir anomenar el seu dispositiu com a Quincunx, per la seva similitud en aquest patró. Originàriament Sir Galton va anomenar aquest tauler com "*L'instrument per a il·lustrar el principi de la llei de dispersió i error*", però més endavant va canviar el seu nom. [1] i [2]



Figura 4. Quincunx com a moneda romana.[16]

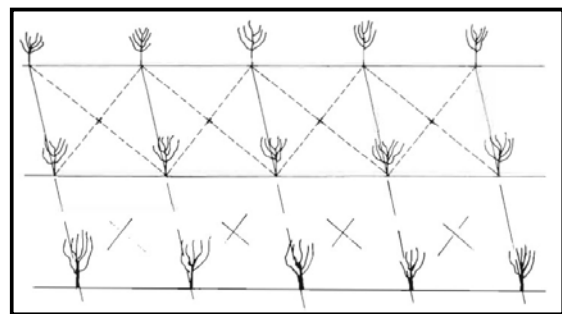


Figura 5. Exemple de distribució del Quincunx aplicada a l'agricultura. [14]

3.1.3. Utilitats a la ciència

Actualment s'han realitzat molts estudis sobre la distribució que representa la màquina de Galton (la corba binomial). La resposta més correcta és que les boles de la màquina de Galton descriuen una distribució binomial, la qual en aquest cas coincideix amb la distribució normal. És a dir, Sir Galton amb la seva màquina ens mostra una distribució normal, la qual s'aconsegueix a través d'una demostració empírica del teorema central del límit. Així doncs, la intenció de Sir Francis Galton era demostrar que la distribució normal és aproximada a la binomial.

Tanmateix, el teorema central del límit mostra que si es disposa d'un grup nombrós de variables independents i que totes elles segueixen el mateix model de distribució, la suma d'aquestes es distribueix segons una distribució normal. Es posa d'exemple el fet de llençar una moneda a l'aire: en aquest cas la moneda seguiria una distribució de Bernoulli, però si es llença 50 vegades, la suma d'aquestes 50 variables es distribueix segons una distribució normal. Cal destacar que aquest teorema és aplicable tant a la suma de variables discretes com de variables contínues. [4]

3.2. Disseny del creador

El primer Quincunx (Veure Figura 5) va ser dissenyat per Sir Galton i construït per dos científics Tisley i Spiller que el van ajudar l'any 1873. Consistia en un tauler emmarcat amb la cara superior de vidre (per tal de poder veure l'interior del tauler) i una base amb un embut fixa i 23 fileres de pins. En la part superior del tauler hi havia 3 forats: dos que facilitaven l'extracció de les boles, i un tercer pensat per llençar les boles a través de l'embut, amb la finalitat de poder fer simulacions, i assegurar-se de que les boles caiguessin a les fileres de pins. Totes les boles havien d'escollir entre 2 probabilitats 50 – 50%, és a dir, caure a la dreta o caure a l'esquerra en cada pin en el que xocaven.

A diferència del prototip que més endavant s'exposa, el Quincunx de Sir Galton disposava d'una mena de dipòsits que abastaven més d'una columna de pins (entre 3 i 4) a la part inferior del tauler, emmagatzemant així petites quantitats de les boles que eren llençades. A més a més, els dipòsits del centre eren els que més boles recollien, mentre que els dipòsits dels laterals del tauler eren els que menys en recollien.

Avui dia es troba el primer disseny creat per Sir Galton i les seves notes de disseny en exhibició al laboratori de Sir Galton que es troba a Londres (Anglaterra). El laboratori de Sir Galton pertany al Departament de Genètica i Biometria de la Universitat College (Veure Figura 6). [2]

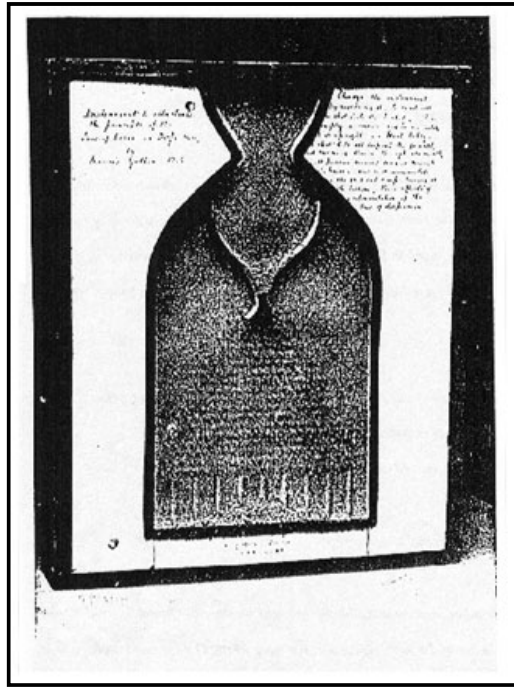


Figura 6. Primer disseny del Quincunx. [8]

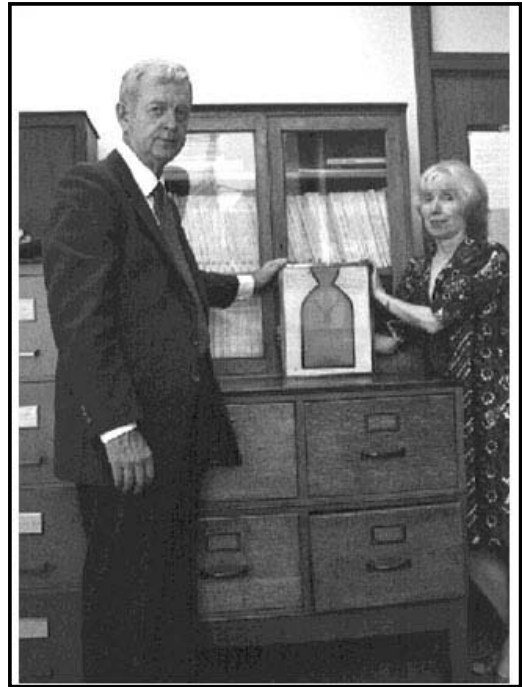


Figura 7. Visita al laboratori de Sir Galton del Dr. G. Pittman amb June Rathbone. [8]

Més endavant Sir Galton va construir un altre Quincunx l'any 1877. Es tractava d'un tauler de dues etapes: demostrava que si les boles del primer Quincunx abans de caure als dipòsits tornaven a passar per un altra malla de pins la distribució resultant continuava tenint una forma normal. D'aquesta manera Sir Galton va ser el primer en demostrar el fet de que una distribució normal afegida o superposada a una segona distribució normal era també normal. Aquest principi va ser conegut prèviament pel matemàtic P. S. Laplace en la seva forma binomial, Sir Galton però ho va demostrar per la normal (Veure Figura 1).

Així doncs, aquest descobriment va ser l'avenç més significatiu en l'estadística a la última meitat del segle XIX.

3.3. Teoria implícita al Quincunx

Un cop explicat el funcionament d'aquest tauler s'ha de descriure la teoria implícita d'aquest instrument, és a dir, què significa que totes les boles que passen per la malla de pins hagin d'escollir entre dreta o esquerra, durant tot el seu recorregut? La resposta es troba en **teorema central del límit**.

Aquest teorema afirma que la distribució de mitges mostrals tendeixen a una distribució normal, encara que les mostres procedeixin d'una distribució no normal. És un

teorema de gran importància en l'estadística, especialment per la part de la **Inferència Estadística**.

El teorema central del límit estableix que si X_1, \dots, X_n són variables aleatòries independents amb mitja μ_i i variància σ_i^2 , al marge del tipus de distribució que segueixin els sumands, la suma de tots ells, $Y = X_1 + \dots + X_n$ tendeix a distribuir-se aproximadament normal, amb mitja $\mu = (\mu_1 + \dots + \mu_n)$ i variància $\sigma^2 = (\sigma_1^2 + \dots + \sigma_n^2)/n$, sent les aproximacions millors a mesura que incrementa n . És a dir, la suma de variables aleatòries independents tendeixen a distribuir-se normalment a mesura que s'augmenten els sumands, a aquest resultat és conegut com a **teorema central del límit**.

Com s'ha comentat anteriorment, si es realitza una recerca per Internet sobre el Quincunx es veu que segons quina persona escriu l'article interpreta una distribució normal i d'altres interpreten que és binomial. Això es donat perquè una variable binomial no és més que la suma de N variables de Bernoulli independents, s'ha d'esperar que la seva distribució s'aproximi a la d'una normal a mesura que s'incrementi N . En efecte si X es una variable Binomial (N, p) i la seva variància $Np(1-p)$ és moderadament gran (>9), la variable tipificada $Y = (x - Np) / \sqrt{Np(1-p)}$ tendeix a distribuir-se aproximadament com una normal $N[0, 1]$, les taules de la normal poden ser utilitzades per a calcular probabilitats de la primera. [4]

3.4. Utilitats del Quincunx

El potencial del Quincunx es basa en la seva capacitat de simular ràpidament processos o probes que serien poc pràctiques o inviables de realitzar a la vida real. Algunes persones es refereixen a aquesta habilitat del Quincunx de generar dades com a una fabrica en una caixa (factory in box). S'observa que el Quincunx realitza 3 funcions bàsiques:

- **Generar dades reals.**
- **Representar visualment les dades al llarg dels límits de toleràncies.**
- **Mostrar els canvis en les dades:** En la mitja mostral movent l'embut cap a l'esquerra o a la dreta, i en la variància afegint o eliminant fileres de pins. [7]

Per tant, el Quincunx és una eina fonamental per a qualsevol curs formatiu de caràcter industrial o educacional. El Quincunx es pot utilitzar per simular i demostrar molts principis, com per exemple: veure com es comporten els esdeveniments en una corba normal, com l'inferència estadística pot preveure el que passarà, o l'efecte dels ajustos o sobreajustos de procés.

3.5. Estudi de mercat

Els dispositius Quincunx han anat evolucionant amb el temps. Avui dia existeixen diferents museus d'història que disposen amb grans taulers Quincunx, els quals resulten interessants per la ciència i l'exposició dels museus, però si es volguessin tenir a un escola resultarien poc útils donades les grans dimensions que tenen els dispositius que es troben als museus.

Després de cercar setmanes i setmanes a la xarxa, només s'ha trobat l'existència d'una única empresa americana que comercialitzi aquest tauler. Ja que totes les recerques realitzades de pàgines web que informen de la compra del Quincunx es deriven al mateix servidor web: la pàgina web s'anomena "Lightning Calculator", únic fabricant d'aquesta eina.

Tot seguit es mostra una imatge de l'actual disseny del Quincunx d'aquesta empresa, lluny queda doncs el primer disseny que van construir Tisley i Spiller a Anglaterra l'any 1873. A més a més, si es vol saber més informació s'han adjuntat algunes pàgines del catàleg d'aquesta empresa, el qual s'ha aconseguit via e-mail contactant amb la mateixa empresa. El preu al que aquesta empresa ven un Quincunx és 1.190USD, sense contemplar taxes de transport, l'equivalència a euros és de 888,70€, es veu doncs que el preu de venda del Quincunx de la competència és molt elevat.

A continuació el professor Pere Grima exposa:

"Se puede comprar un quincunx y otro material para la enseñanza de la estadística en <http://www.qualitytng.com/>. En la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona lo usamos desde hace ya bastantes años. Despierta expectación entre los estudiantes y se pueden realizar varias actividades (ej: visualizar el aumento de variabilidad por sobreajuste) pero, en general, las campanas no salen tan bonitas como aparecen en la foto (si se tienen 100 o 200 datos -bolas- no hay que esperar que el perfil del histograma sea una campana perfecta).

En internet se pueden encontrar muchos applets que simulan el funcionamiento del quincunx. Uno que me gusta: <http://www.jcu.edu/math/iseq/Quincunx/Quincunx.html>". [3]

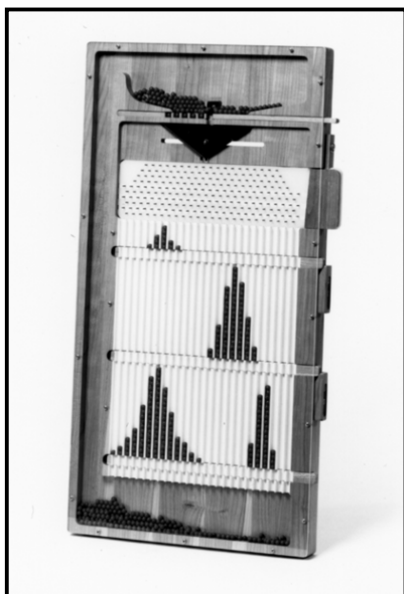


Figura 8. Versió del Quincunx que és comercialitzat. [12]

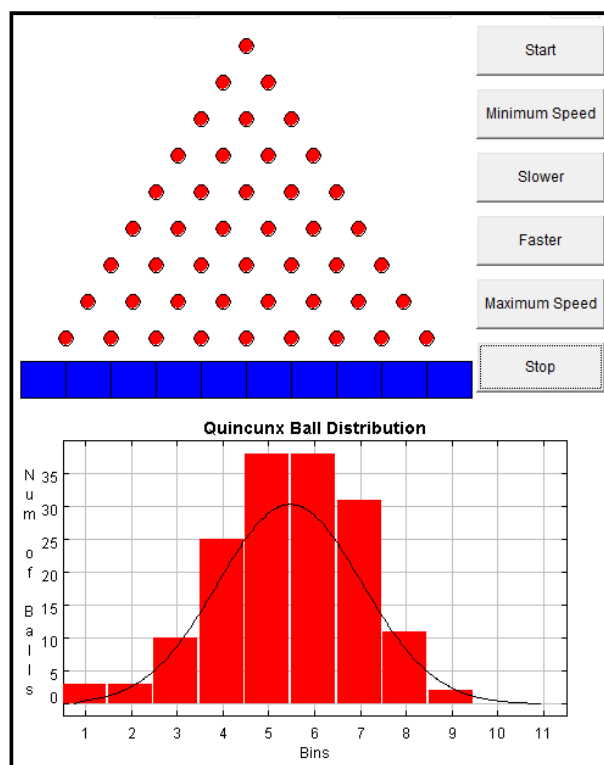


Figura 9. Applet de la que fa referència P. Grima. [3]

3.6. Resultat de l'estudi

Ja s'ha vist que el Quincunx és una eina de gran potencial tant en l'àmbit educacional com el científic. També s'ha comprovat que només existeix una única empresa que es dedica a la comercialització del Quincunx, i que existeixen altres taulers en diferents museus.

Per tant, es pot arribar a la conclusió que realitzar un disseny propi i poder comercialitzar-lo dins de la província de Barcelona (o del marc europeu, a posteriori) resulta una idea interessant a estudiar, perquè es tracta d'un instrument molt desconegut per la majoria de professors i estudiants. I tal com comenta P. Grima, el Quincunx resulta una eina que causa molta expectació a les aules d'educació, aconseguint així tota l'atenció del alumnat per tal d'ensenyar els conceptes bàsics de l'estadística.

D'aquesta manera, tal i com ens explica P. Azcarate, també és possible pal·liar el fet que a molts professors tant d'Instituts com d'Escoles no els hi agradi l'ensenyament d'aquesta ciència, a més de poder ajudar als estudiants a entendre millor conceptes com la

mitjana i la variabilitat d'una mostra. Per tant, es pot confirmar que ajuda als professors com a punt de recolzament a l'hora de donar explicacions sobre aquests conceptes.

Amb totes aquestes avantatges es decideix doncs realitzar un primer disseny d'aquesta eina didàctica, per tal de poder estudiar posteriorment el cost que representaria construir el Quincunx. Així doncs, es dissenya una versió "low cost" del Quincunx per tal de poder ser competents dins del monopoli existent actualment.

Tenint en compte tots els aspectes descrits anteriorment es conclou que s'ha de:

- **Dissenyar un prototip propi del Quincunx.**
- **Realitzar un cost el més ajustat possible.**
- **Definir un pla d'acció per veure com s'arribaria al consumidor final.**

Es vol tornar a destacar que el que s'ha fet és un estudi del cost del Quincunx muntat i un pla d'acció promocional per llançar un producte al mercat. No es contempla en cap moment com incideix el producte en una empresa, ni quina inversió inicial es necessita realitzar, ja que no forma part dels objectius d'aquest projecte.

4. Disseny del prototip

Per dissenyar el Quincunx i poder arribar al mercat aquest projecte s'ha inspirat en el disseny que es comercialitza avui dia, canviant però els sistemes mecànics que utilitza l'empresa "Lightning Calculator" per tal de no tenir problemes referents a les patents, i diferenciant així el producte del projecte amb el producte que ven l'empresa.

Per a començar a elaborar el primer prototip s'utilitza el software d'enginyeria Solidworks, per dibuixar així el 3D del prototip i posteriorment dissenyar els plànols.

Un cop s'assoleixen els plànols i es contacta amb els proveïdors adients per a cada peça, es decideix tornar a treballar sobre el model en 3D per tal d'assignar el material en el que s'ha decidit fabricar cada peça. Així s'aconsegueix una visió del Quincunx molt més real, tal i com es veu més endavant.

4.1. Reflexions inicials

A l'hora de realitzar el disseny sempre s'han tingut en compte els següents aspectes:

- Tenir present la matriu **DAFO** que s'inclou al pla d'acció.
- Fer una versió "**low cost**" de l'actual versió del Quincunx.
- Realitzar els **sistemes mecànics** de forma **simple** per així **reduir despeses** en la seva construcció.
- Optimitzar la **dimensió** del tauler per poder transportar-lo d'una aula a l'altre.
- Utilitzar **materials òptims** per a la seva construcció i que no augmentin el cost final del producte.

A més a més, no es tracta d'un disseny tancat, si algun proveïdor proporciona algun tipus de modificació sobre el disseny per tal de que la peça no tingui un cost molt elevat, aquestes idees seran valorades i s'analitzarà si s'accepta o no el que es proposi.

4.2. Disseny

Aquest disseny es basa en un tauler principal on s'han anat encaixant totes les peces necessàries per formar el Quincunx final. Com el primer disseny de Sir Galton disposa de 3 zones:

- **La primera zona:** On es troben les boles emmagatzemades que en accionar la palanca passa boles aquestes passen per l'embut.
- **La segona zona:** On les boles es troben amb la malla de pins per anar xocant successivament de pin en pin i de filera en filera, creant així la aleatorietat i la suma de probabilitats.
- **La tercera zona:** On es troben amb els carrils que van emmagatzemant les boles dins de cada carril i dibuixant així la corba normal.

Després de treballar en el disseny del Quincunx tenint en compte tots els aspectes que s'han comentat anteriorment, s'arriba al resultat del prototip que es mostra a continuació.

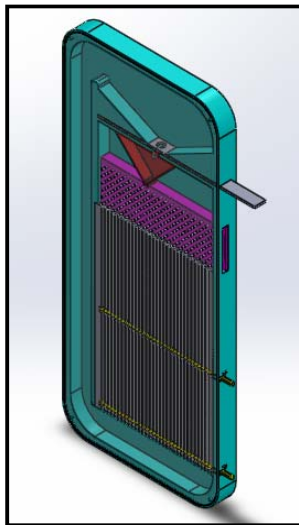


Figura 10. Disseny inicial.



Figura 11. Vista isomètrica renderitzat.

A la Figura 10, es pot observar el resultat del treball que s'ha realitzat amb el SolidWorks, per tal de poder tenir una visió en 3D del disseny del prototip. A priori es va realitzar el disseny sense assignar materials als components, per això es veu que simplement tenen diferents colors. A posteriori, quan es va decidir de quin material seria cada component després de es parles amb els proveïdors, es va tornar a treballar sobre el disseny per tal d'assignar el material de cada peça al SolidWorks i aconseguir una imatge més real del disseny en 3D (Veure Figura 11).

A continuació es mostra una imatge del disseny final explosionat (Veure Figura 12), per tal de facilitar la visió d'on va encaixada cada peça. Es tracta d'una imatge molt visual, més endavant s'explica peça per peça el perquè de la decisió de material així com la seva funció.

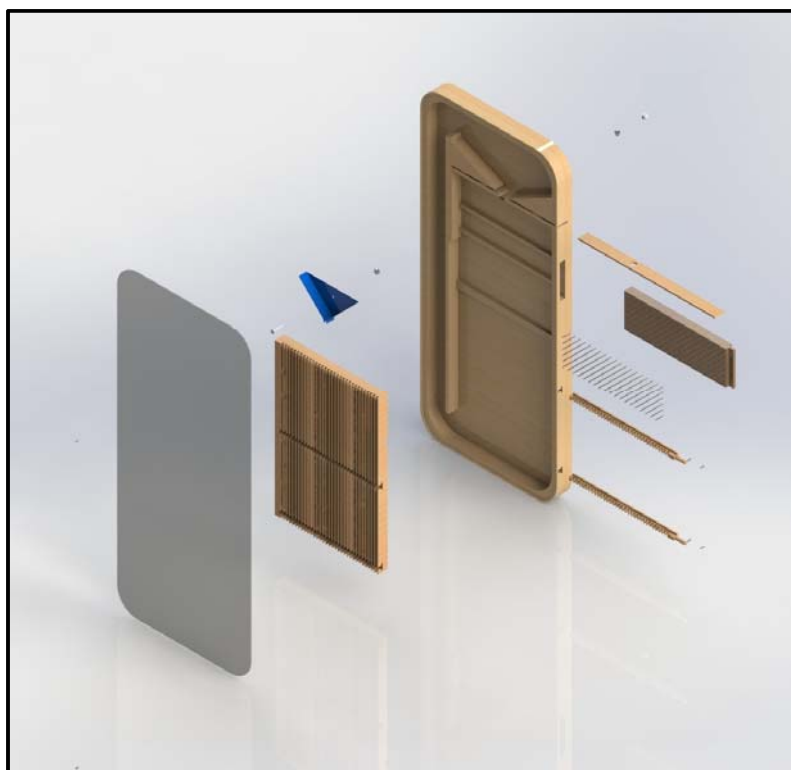


Figura 12. Disseny del prototip, vista explosionada.

4.3. Anàlisi de cada component

Tot seguit es detalla la funció i el material del que s'ha realitzat cada peça.

- **Tauler:** (Veure Figura 13) és la base que suporta tots els components, aquí



Figura 13. Tauler P002.

s'encaixen totes les peces que formaran el Quincunx. S'ha realitzat de faig, ja que després de contactar amb diferents fusters, així com centres de sinterització en polímers, s'ha vist que la via més econòmica és la fusta. D'altra banda s'ha de destacar que donada la complexitat de la peça i el fet de tractar-se d'un projecte de caràcter universitari ha estat molt difícil aconseguir un cost per la fabricació del tauler per part de proveïdors.

- **Carrils:** (Veure Figura 14) és la part que recull les boles un cop passen per la malla de pins, i és on després d'acabar l'experiment es veurà el gràfic de la corba normal. En referència al material, al igual que totes les peces de fusta ha estat realitzada en faig, pel mateix motiu que l'anterior.

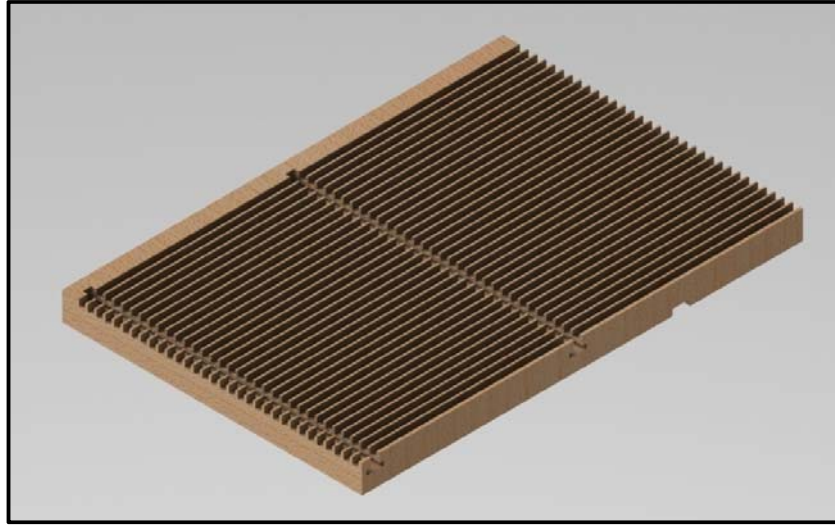


Figura 14. Carrils P003.

- **Barra:** (Veure Figura 15) el Quincunx disposa de dos barres com aquesta, la seva utilitat es per bloquejar el recorregut de les boles pels carrils, d'aquesta manera es poden arribar a graficar dos corbes normals, i així comparar resultats de forma visual. En referència al material en el que s'ha fabricat és faig, al igual que les altres peces de fusta.

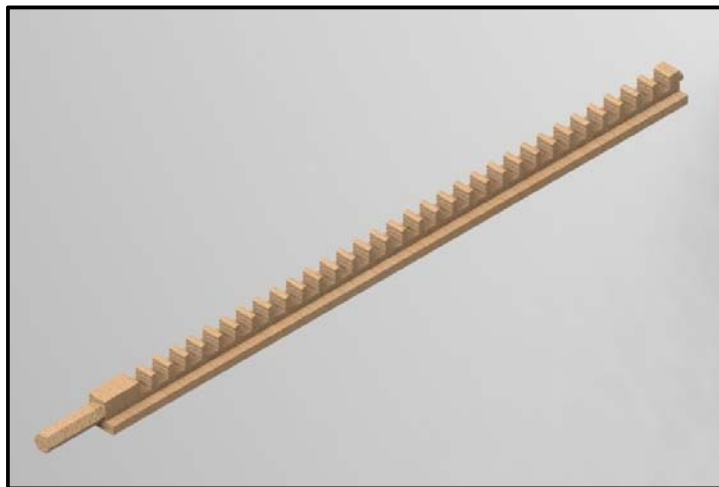


Figura 15. Barra P004.

- **Malla:** (Veure Figura 16) la seva utilitat és la d'acoblar tots els pins, per tal d'aconseguir el patró que dona nom a aquesta eina. El patró que fa recordar

al número cinc del dau. Es pot considerar que la malla és una de les peces més importants del Quincunx. El material en el que s'ha dissenyat és en faig com la majoria de les peces d'aquest tauler. El motiu de triar faig i no un altre tipus de fusta és que tots els fusters amb els que s'ha contactat han recomanat faig, per la característica de ser una fusta fàcil de manipular i tenir un cost assequible.

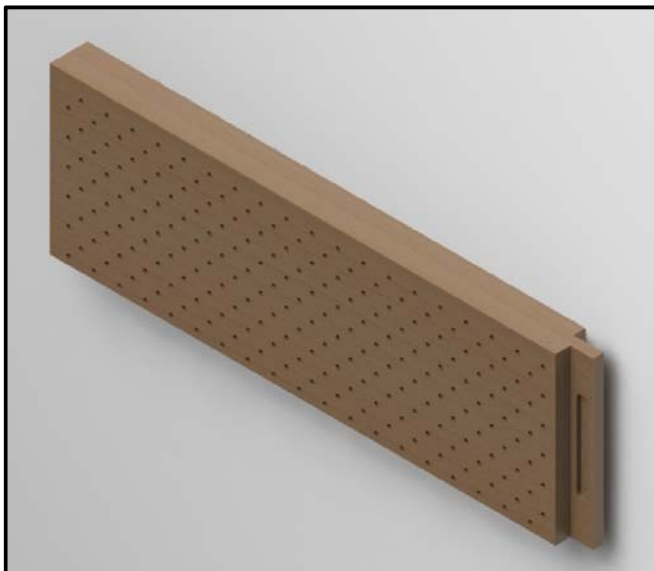


Figura 16. Malla P005.

- **Pin:** (Veure Figura 17) la seva funció és la de desviar el camí de les boles que passen per la malla de pins. Els pins van encaixats per compressió a la malla. S'han dissenyat en acer inoxidable, d'aquesta manera s'assegura que mai podrà existir pandeig al pin i evitar així falsejar la mesura.

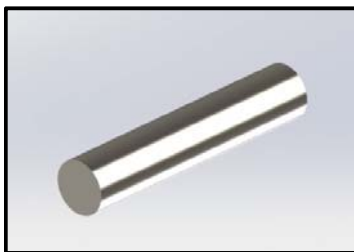


Figura 17. Pin P006.



Figura 18. Arandela P007.

- **Arandela:** (Veure Figura 18) fa de coixí entre el cargol i l'embut, també hi ha una altra arandela que fa de coixí entre el tauler i el tirador. El seu material també és d'acer inoxidable.

- **Embut:** (Veure Figura 19) és l'encarregat de distribuir les boles a la malla de pins, a més a més, també és el que pot desplaçar les boles perquè caiguin més a la dreta o a l'esquerra. S'ha realitzat per sinterització polimèrica, ja que ha sigut l'únic proveïdor que ha donat resposta.

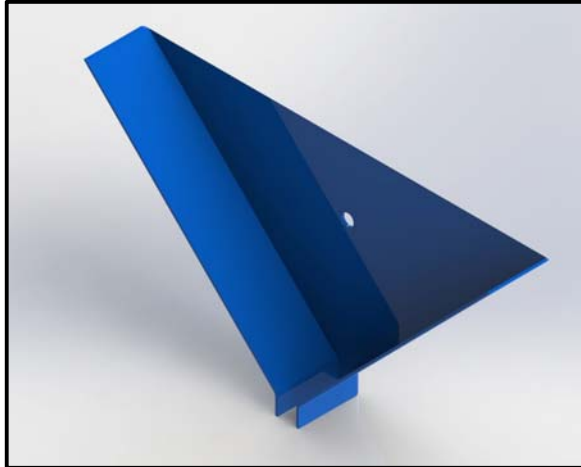


Figura 19. Embut P008.

- **Cargol embut:** (Veure Figura 20) la seva utilitat és la d'unir i sostenir l'embut amb les arandelas i el tirador. Realitzat en acer inoxidable, després de realitzar el plànol i demanar oferta a proveïdors es va veure que aquest disseny ja existia de forma estàndar, per tant, es decideix comprar els cargols estàndars, que segueixen la norma DIN933.

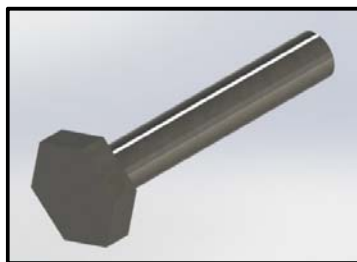


Figura 20. Cargol embut P010.

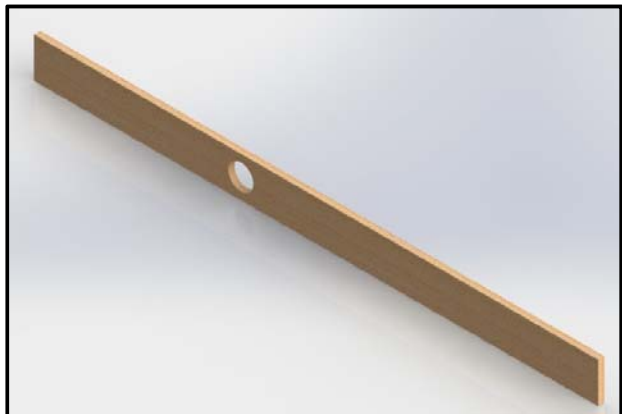


Figura 21. Passa boles P011.

- **Passa boles:** (Veure Figura 21) és la comporta que deixa passar les boles cap a l'embut, és la primera peça que es mourà per iniciar el moviment. Com totes les peces de fusta, s'ha realitzat de faig.

- **Tope:** (Veure Figura 22) és l'encarregat de limitar el moviment de la barra, per tal de que no es surti del Quincunx. S'ha realitzat per sinterització polimèrica, ja que és l'únic proveïdor que ha donat resposta, no obstant es creu que si el Quincunx s'arribes a fabricar es podria aconseguir un proveïdor que proporcionï el tope de metall i abaratir així el cost final del prototip.

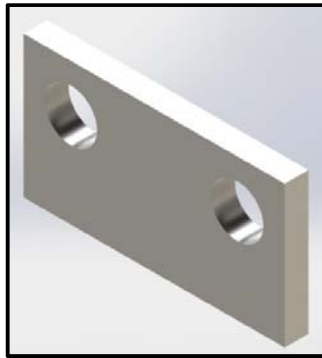


Figura 22. Tope P012.

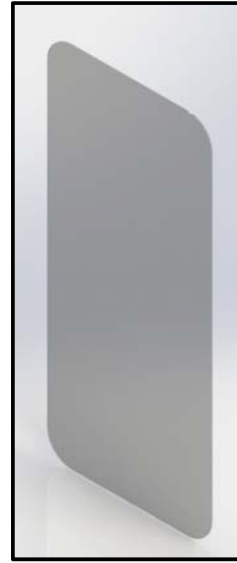


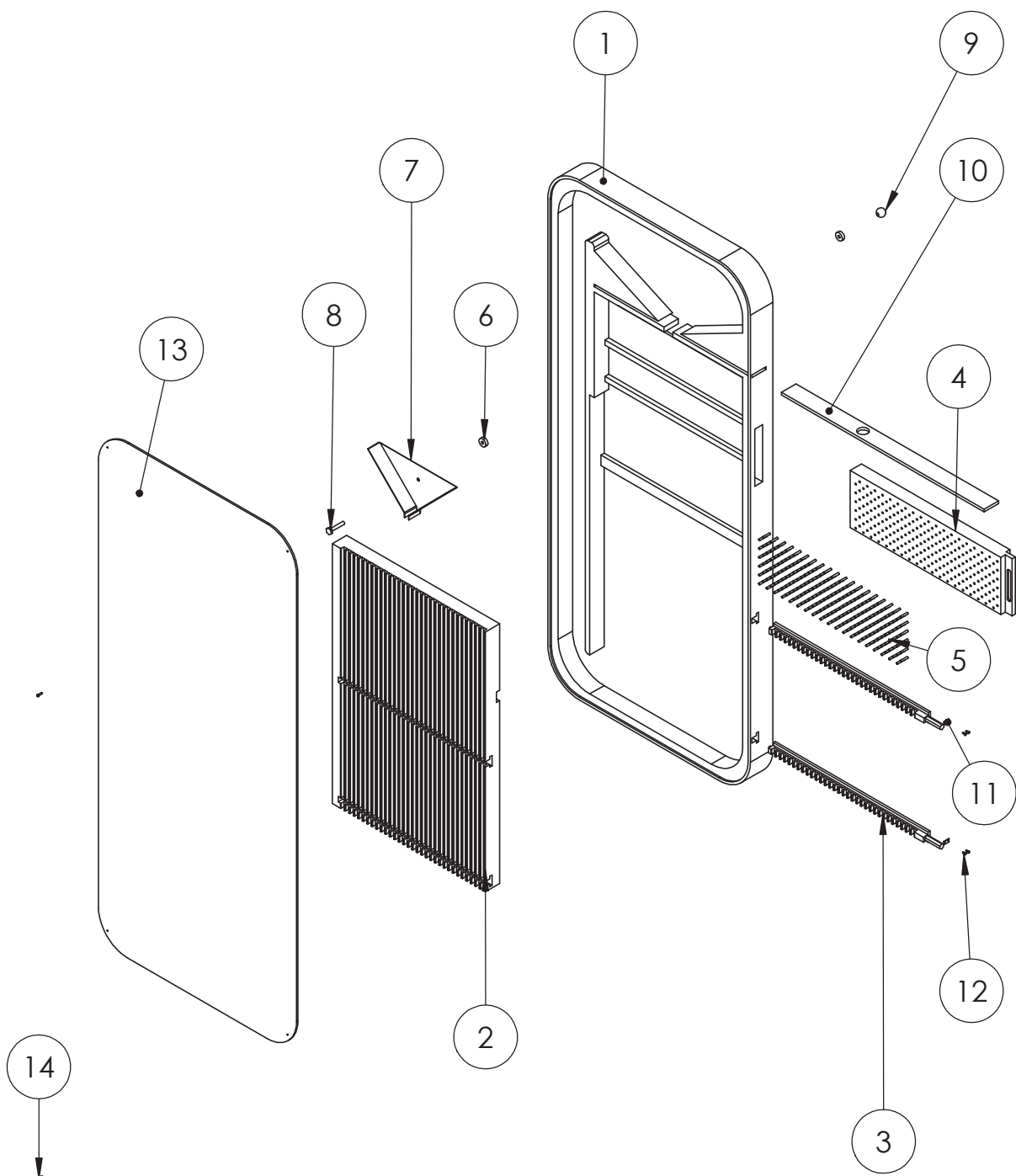
Figura 23. Tapa P013.

- **Tapa:** (Veure Figura 23) és l'element que protegeix les peces interiors del Quincunx de cops o líquids, a més a més, tot el disseny de peces interiors queda enrasat per que al posar la tapa les boles no es puguin sortir del seu recorregut, és a dir, bloqueja el camí de les boles cap en fora. Gràcies al fet d'estar dissenyada en metacrilat és totalment transparent, per tal de facilitar la visió dels resultats finals un cop es finalitza el recorregut de les boles.

4.4. Plànols

A continuació s'adjunten els plànols que s'han realitzat de les peces en 3D que s'han mostrat anteriorment. Aquests són els plànols que s'han enviat als proveïdors. Després de parlar amb els proveïdors ha estat quan s'ha valorat quin era el millor material per dissenyar cada peça.

S'ha de destacar el fet que la fase que més ha costat en aquest projecte ha sigut la d'aconseguir un pressupost per part dels proveïdors. Es pensa que donada la situació de crisi, en veure que es tractaven de plànols de caràcter universitari els proveïdors decidien no perdre el temps donant una oferta, ja que per ells representa un temps que no tindrà beneficis a curt termini, i potser a llarg termini tampoc. Per tant, és lògic que aquesta fase sigui la que més a ha costat.



Element	Peça	Quantitat
1	Tauler	1
2	Carrils	1
3	Barra	2
4	Malla	1
5	Punxes malla	1
6	Arandela	2
7	Embut	1
8	Cargol embut	1
9	Tirador embut	1
10	Passa boles	1
11	Tope	2
12	Cargol DIN 7982-ST2.2x6.5-C-H-N	4
13	Tapa	1
14	Cargol DIN 7049-ST2.2x9.5-C-H-N	4

Projecte final de carrera | UPC - ETSEIB

Professor: Pere Grima Cintas

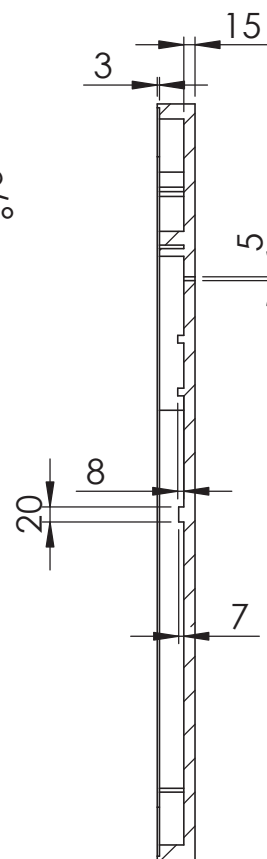
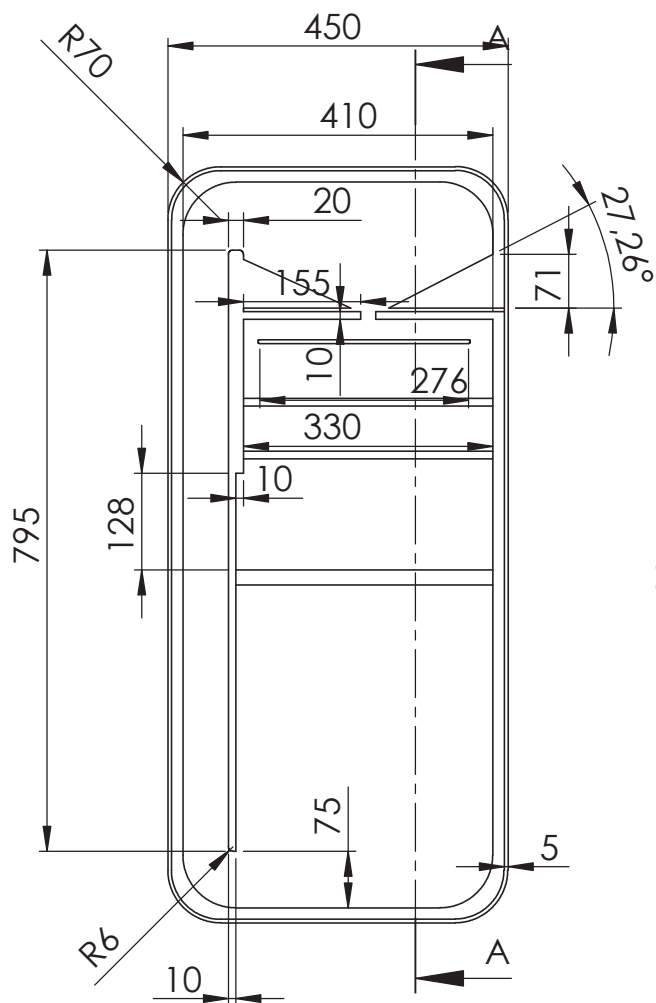
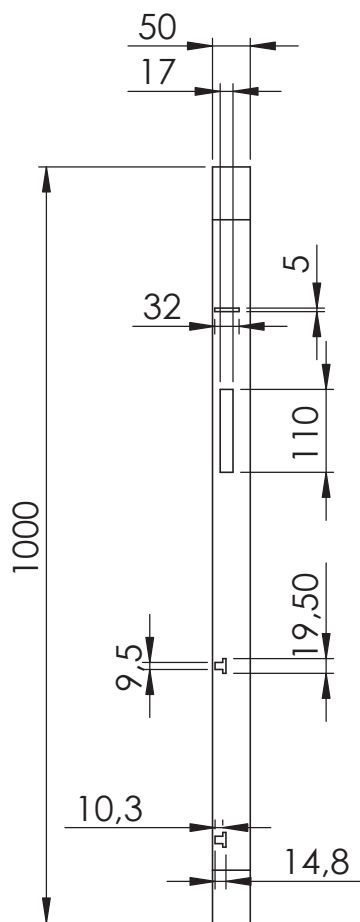
Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Explosió Quincunx

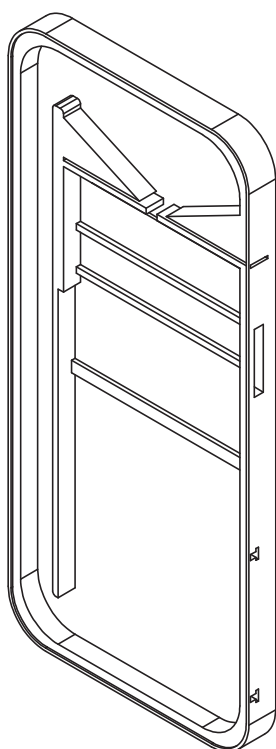
Núm. de plànol: P001

Comentaris: cotes en mm; cargols els de plànol o equivalents

A4



SECCIÓN A-A



Projecte final de carrera | UPC - ETSEIB

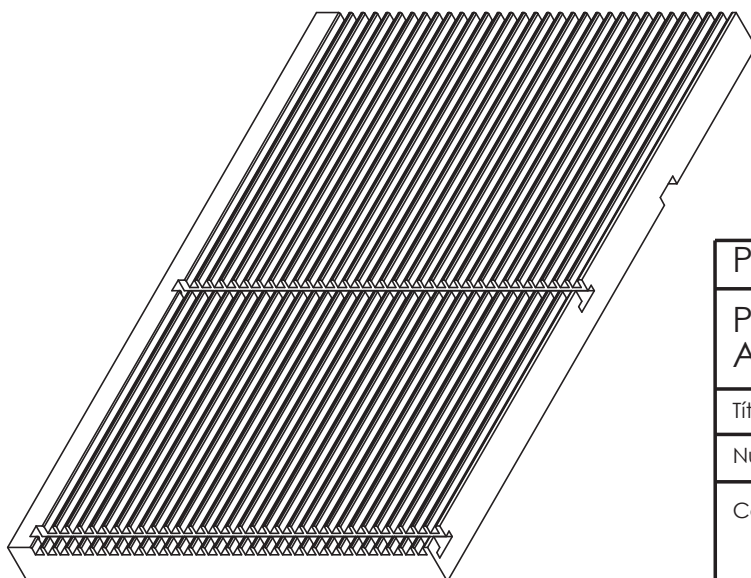
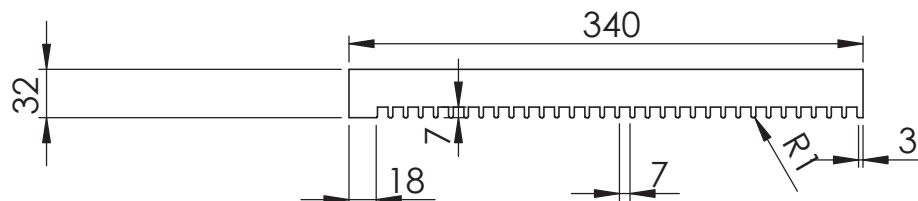
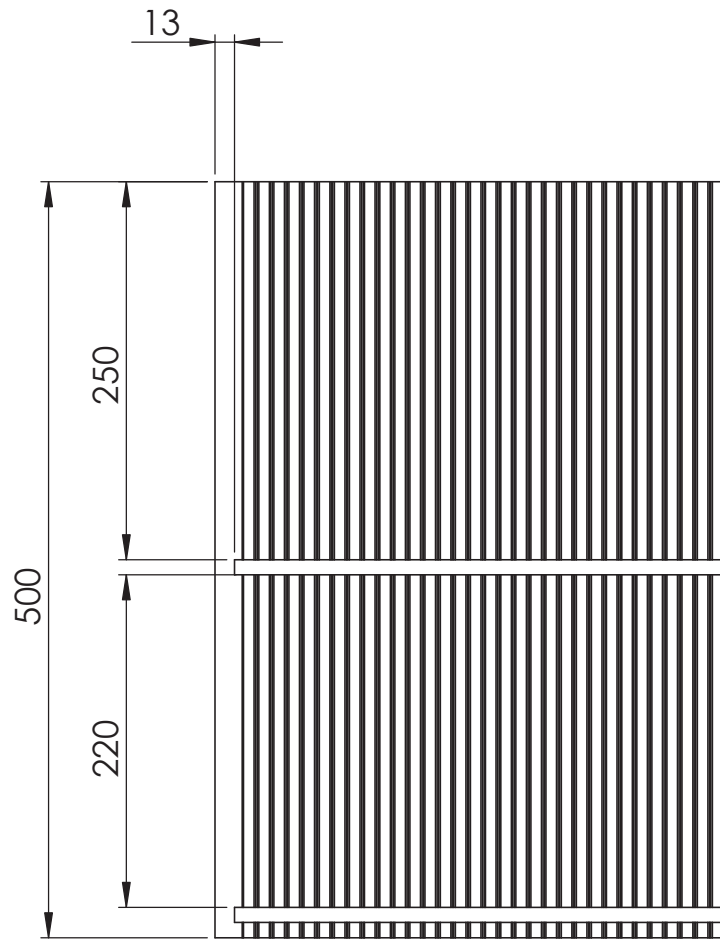
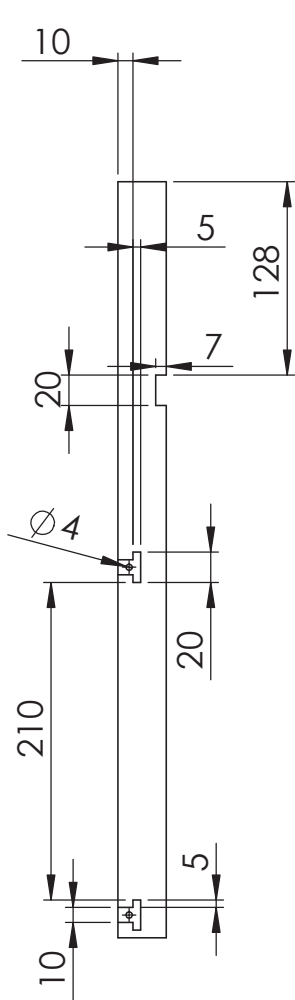
Professor: Pere Grima Cintas
 Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Tauler

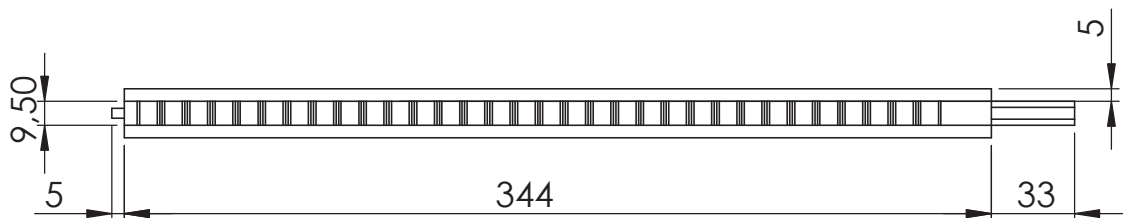
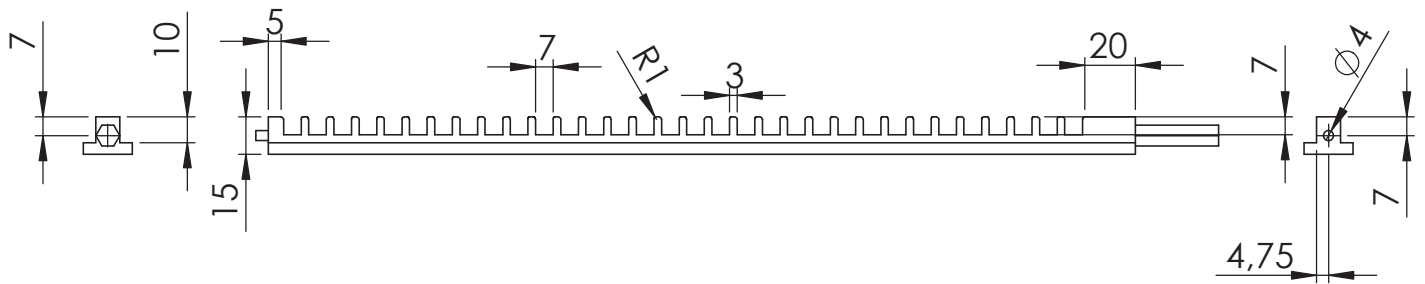
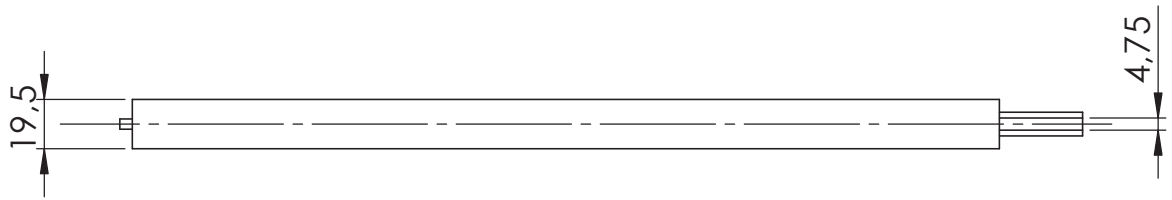
Núm. de plànol: P002

Comentaris: cotes en mm

A4



Projecte final de carrera	UPC - ETSEIB
Professor: Pere Grima Cintas	
Alumne: Noelia Quesada Copado	
Títol: Carrils	
Núm. de plànol: P003	
Comentaris: cotes en mm	



Projecte final de carrera | UPC - ETSEIB

Professor: Pere Grima Cintas
 Alumne: Noelia Quesada Copado

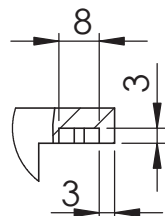
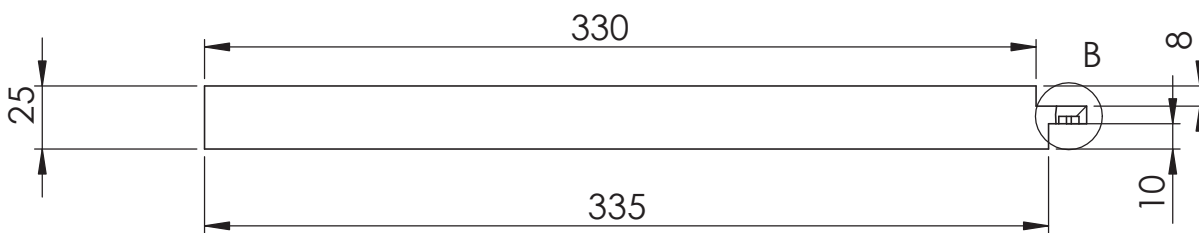
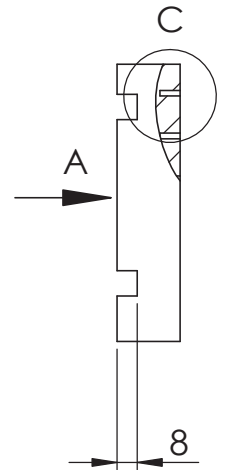
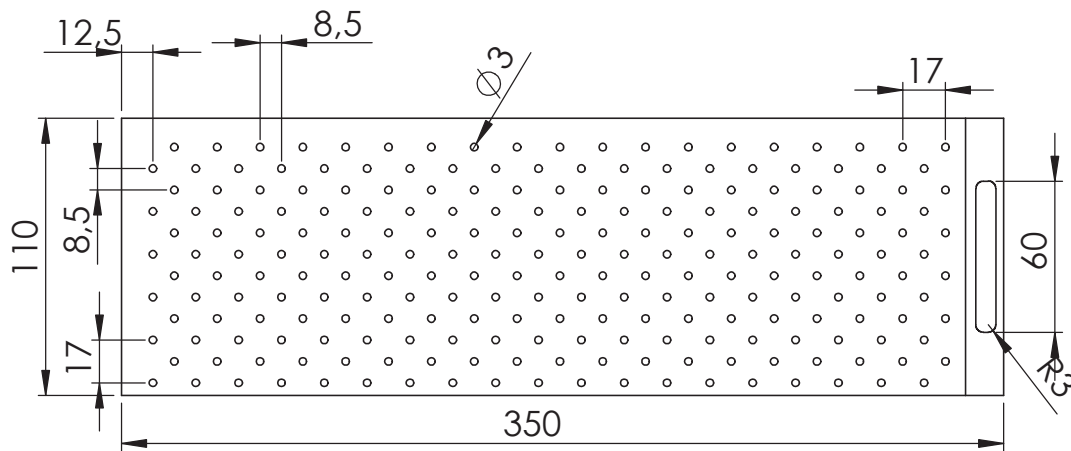
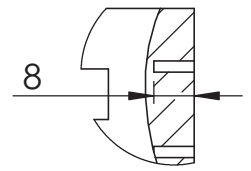
Títol: Barra

Núm. de plànol: P004

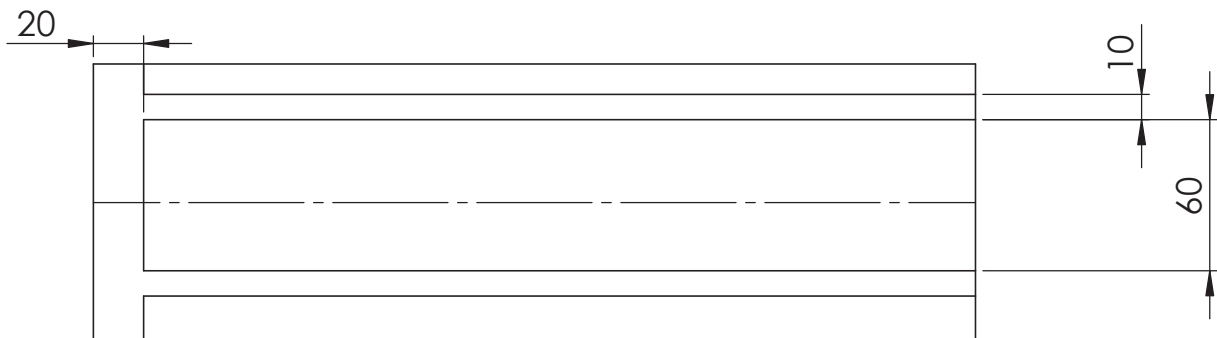
Comentaris: cotes en mm

A4

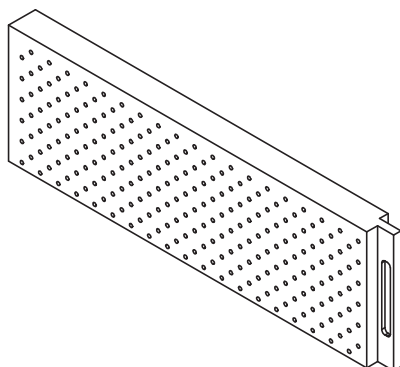
DETLLE C
ESCALA 2 : 3



DETLLE B
ESCALA 2 : 3



VISTA A
ESCALA 1 : 3



Projecte final de carrera UPC - ETSEIB

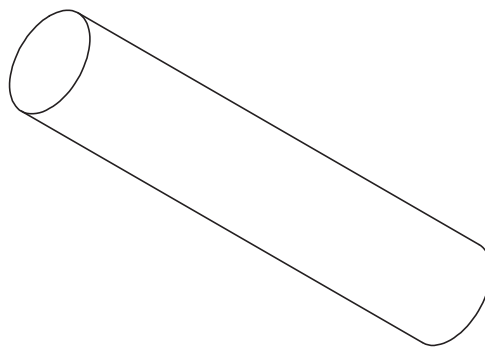
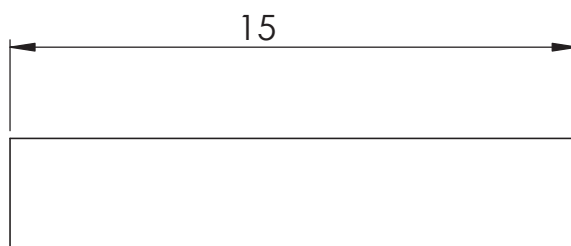
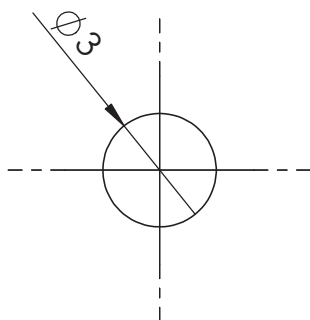
Professor: Pere Grima Cintas
Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Malla

Núm. de plànol: P005

Comentaris: cotes en mm

A4



Projecte final de carrera	UPC - ETSEIB
---------------------------	--------------

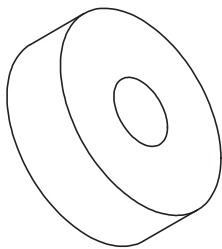
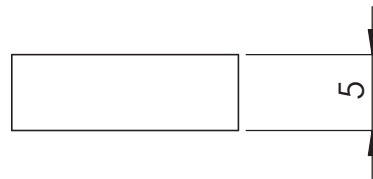
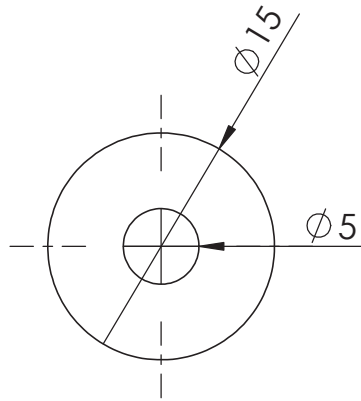
Professor: Pere Grima Cintas Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Punxa

Núm. de plànol: P006

Comentaris: cotes en mm

A4



Projecte final de carrera

UPC - ETSEIB

Professor: Pere Grima Cintas

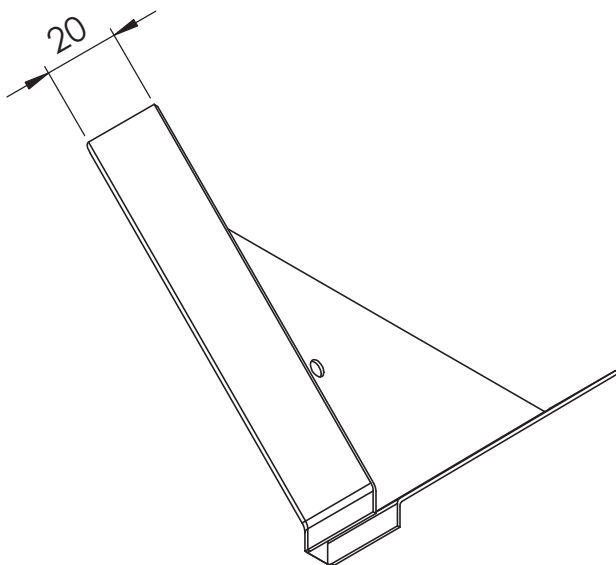
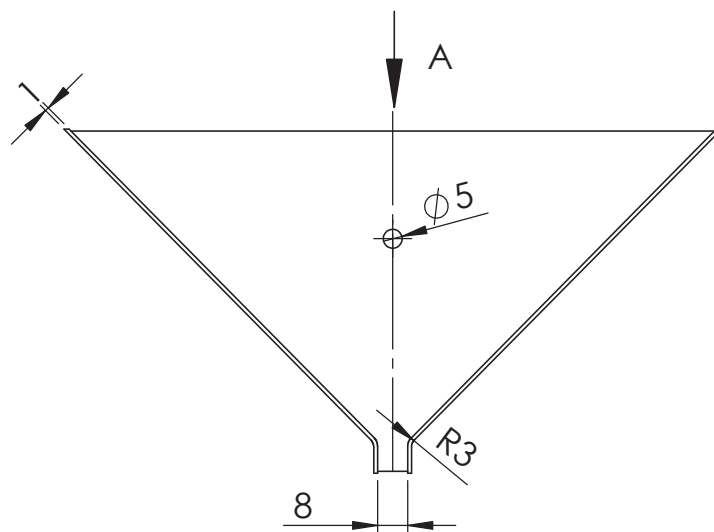
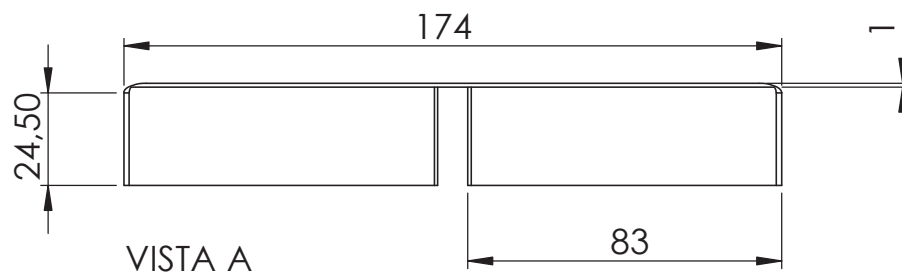
Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Arandela

Núm. de plànol: P007

Comentaris: cotes en mm

A4



Projecte final de carrera	UPC - ETSEIB
---------------------------	--------------

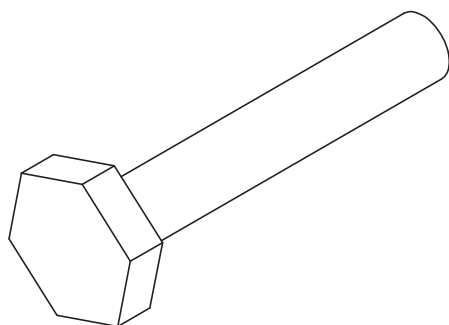
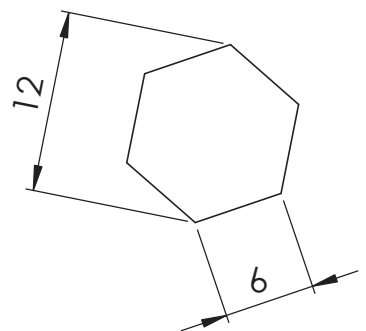
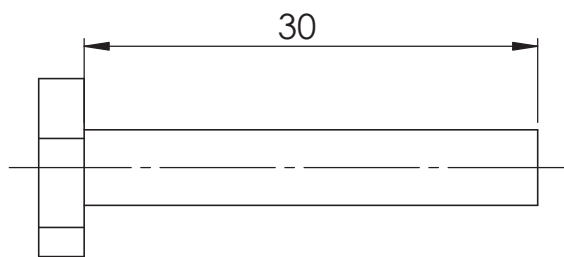
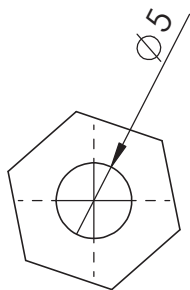
Professor: Pere Grima Cintas Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Embut

Núm. de plànol: P008

Comentaris: cotes en mm

A4



Projecte final de carrera	UPC - ETSEIB
---------------------------	--------------

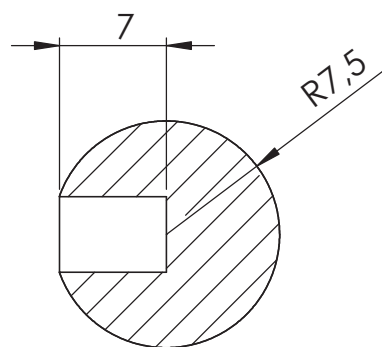
Professor: Pere Grima Cintas Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Cargol embut

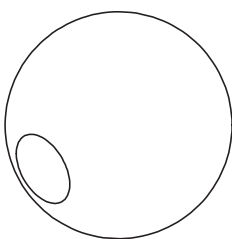
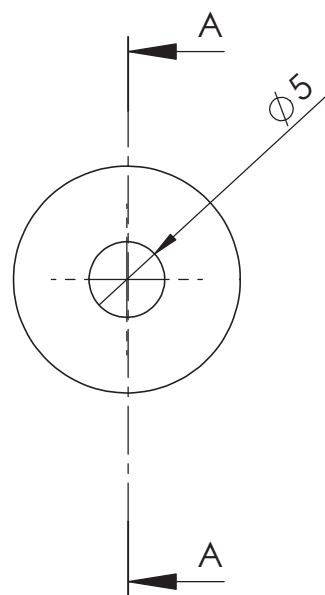
Núm. de plànol: P009

Comentaris: cotes en mm

	A4
--	----



SECCIÓ A-A



Projecte final de carrera	UPC - ETSEIB
---------------------------	--------------

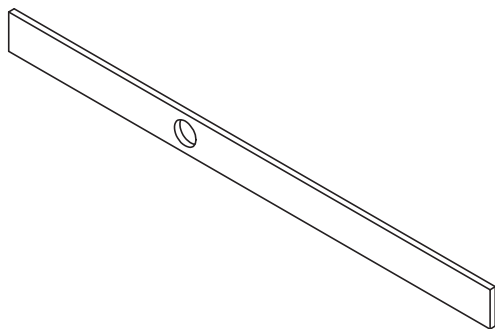
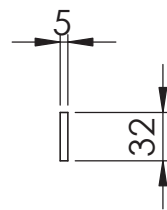
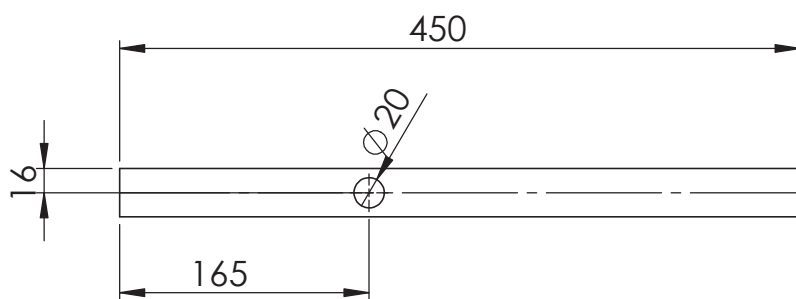
Professor: Pere Grima Cintas Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Cargol embut

Núm. de plànol: P010

Comentaris: cotes en mm

A4



Projecte final de carrera	UPC - ETSEIB
---------------------------	--------------

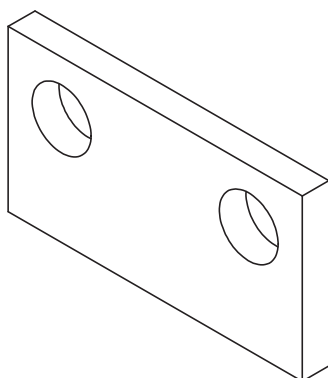
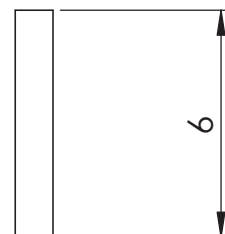
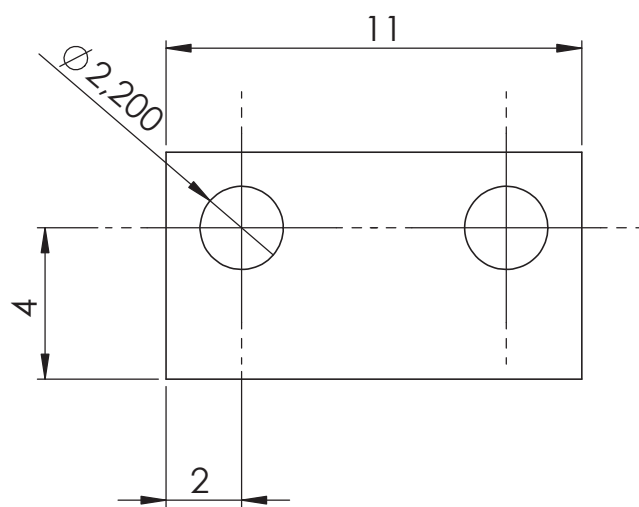
Professor: Pere Grima Cintas Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Passa boles

Núm. de plànol: P011

Comentaris: cotes en mm

A4



Projecte final de carrera	UPC - ETSEIB
---------------------------	--------------

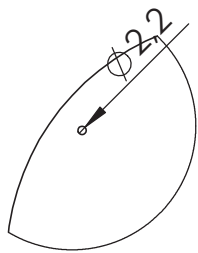
Professor: Pere Grima Cintas Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Tope

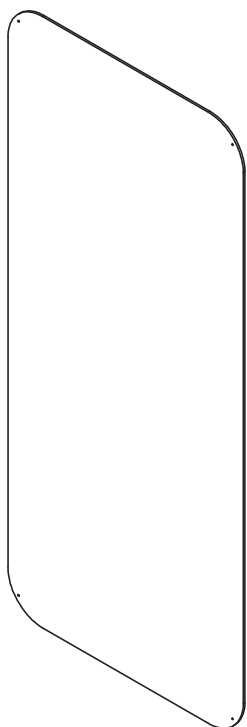
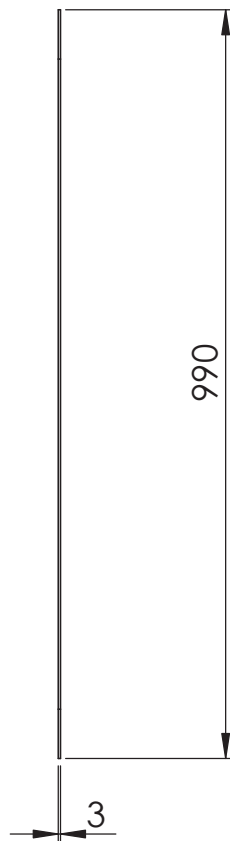
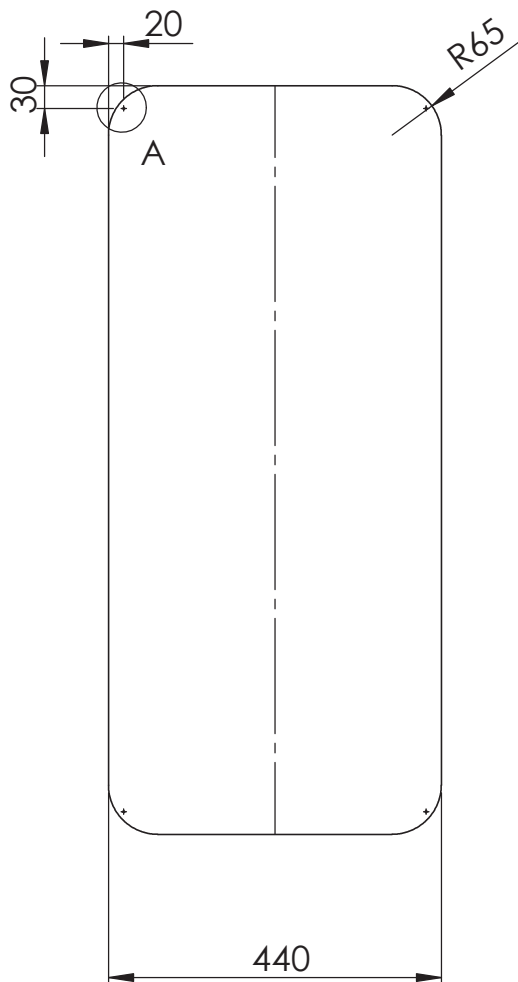
Núm. de plànol: P012

Comentaris: cotes en mm

A4



DETALL A
ESCALA 1 : 2



Projecte final de carrera

UPC - ETSEIB

Professor: Pere Grima Cintas

Alumne: Noelia Quesada Copado

Títol: Tapa

Núm. de plànol: P013

Comentaris: cotes en mm

A4

4.5. Estudi del cost del prototip

Abans de començar a contactar amb proveïdors per realitzar el prototip, s'ha realitzat un estudi previ de les unitats que es poden vendre en el primer any del projecte a la província de Barcelona. Si el projecte té èxit només s'hauria d'expandir les seves fronteres cap a altres províncies i països, així com realitzar un pressupost per a més unitats.

També s'ha estudiat en quants centres docents es podria proporcionar d'un Quincunx el primer any de promoció, per tal de poder aproximar una producció inicial.

S'ha fet un estudi del públic objectiu del Quincunx, en aquest cas els centres docents a la província de Barcelona al 2013. Aquest estudi ens mostra el nombre de centres en l'actualitat:

- Educació secundària obligatòria: 304 centres
- Batxillerat: 222 centres
- Formació professional i educació d'adults: 182 centres
- Universitats: 135 centres

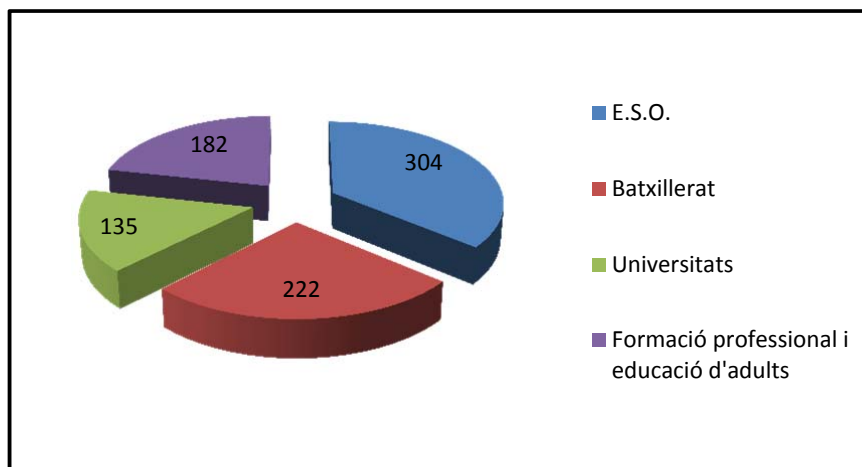


Figura 24. Distribució gràfica dels centres docents a la província de Barcelona.

No obstant, d'aquest estudi s'han descartat col·legis de primària i llars infantils ja que en aquests àmbits no s'ensenya l'estadística. En total doncs existeixen 843 centres docents només en la província de Barcelona. S'aprecia doncs el potencial que pot tenir aquesta eina tant pedagògicament com econòmicament.

Es suposa doncs que el primer any es podria arribar a vendre 100 unitats del Quincunx, és a dir, un 12% dels centres docents comprarien una unitat, tanmateix en els centres docents on existeix un elevat nombre d'estudiants com a les Universitats podrien arribar a comprar-ne dos unitats.

Actualment, donada la situació econòmica que es troba en un punt crític, partir de la base d'aconseguir vendre 100 Quincunx no és un objectiu molt ambiciós i es podria arribar a aconseguir (tenint en compte també que aquests centres docents no són tots de ciències). Un cop assolit aquest primer objectiu es pot estudiar l'evolució del primer any per tal d'analitzar la millor estratègia per l'any següent.

Ara que se sap quants prototips es pretenen vendre es pot començar a estimar el primer pressupost del prototip. Aquest prototip consta de 15 elements diferents, com es s'exposa a la Taula 1.

Per aconseguir els costos de les peces del Quincunx s'ha hagut de contactar amb molts proveïdors, i finalment s'ha tingut una idea del que costaria aquest prototip.

Per la fabricació de les peces P002, P003, P004, P005, P011 s'ha decidit utilitzar faig, ja que és una fusta econòmica i que es pot moldejar de la forma desitjada sense problemes mecànics com s'ha comentat anteriorment. El proveïdor escollit és Interiorismo Indarama, ja que gràcies al fet de que disposen d'una màquina de control numèrica pels dissenys de fusta tenen un preu molt competitiu.

A més a més, per a la part de cargols només s'ha aconseguit oferta de l'empresa Tuhewi amb seu a Madrid, incloent el transport a Barcelona en el preu de la oferta. Se sap que el material dels cargols és d'acer inoxidable. Tuhewi ha proporcionat oferta pel plànol P009 que ha sigut quan s'ha vist que era un cargol estàndard, i a més a més, en aquest projecte s'utilitzen dos tipus de cargols més que estan dins de la norma DIN també i per tant no necessiten plànol. Els quals es veuran a la llista de materials del Quincunx.

Pels pins de la malla s'ha contactat amb un proveïdor per Internet anomenat Fastenal, i d'aquesta manera s'ha pogut valorar econòmicament el cost que representen.

Tanmateix, la tapa del tauler és realitzada amb metacrilat ja que és un material resistent i transparent, per tal de que es pugui veure com baixen les boles pel tauler. La empresa amb la que s'ha contactat és Polímer Tecnic.

Amb la Fundació CIM s'ha contactat per la fabricació dels components del tirador, el tope i l'embut per sinterització polimèrica. Des d'un punt de vista econòmic es considera que es podrien aconseguir ofertes més econòmiques, però no ha estat possible ja que en explicar que es tractava d'un projecte universitari els proveïdors no resonien. Tot i que ja es tenia oferta del tirador, s'ha intentat trobar algun tirador predissenyat que encaixi al projecte, i s'ha trobat un que podria encaixar, l'empresa és Pushka.

Per les arandeles s'ha trobat per Internet l'empresa Masferreteria, la qual disposa d'arandeles estàndards similars a la dissenyada, seria l'arandela segons DIN9021 dissenyada en acer.

Per les boles de plàstic que circulen pel Quincunx s'ha contactat amb un proveïdor xinès, Dongguan Chenzhuxi Jewelry Co., Ltd, que proporciona 10.000 boles per 40USD. S'utilitzen 5.00 boles de plàstic al Quincunx, el que aproximadament dóna un cost de 1,5€ per Quincunx.

Peça	Unitats	Unitats per 100 Quincunx	Cost unitari €	Proveïdor
Tauler (P002)	1	100	96,5	Interiorismo Indarama
Carrils (P003)	1	100	51	Interiorismo Indarama
Barra (P004)	2	200	15,50	Interiorismo Indarama.
Malla (P005)	1	100	9,5	Interiorismo Indarama
Pins malla (P006)	228	22.800	22,63	Fastenal
Arandela (P007)	2	200	0,085	Masferreteria
Embut (P008)	1	100	18	Fundació CIM
Cargol embut (P009) DIN933	1	100	0,00672	Tuhewi
Tirador embut	1	100	0,5675	Pushka
Passa boles (P011)	1	100	2	Interiorismo Indarama
Tope (P012)	2	200	18	Fundació CIM
Cargol DIN 7982	4	400	0,00153	Tuhewi
Tapa (P013)	1	100	10,40	Polimer Tecnic
Cargol DIN7981	4	400	0,00108	Tuhewi
Boles de plàstic	500	50.000	0,003	Dongguan Chenzhuxi Jewelry Co., Ltd.

Taula 1. Llista de materials del disseny que s'ha realitzat i proveïdors que s'han assignat.

Finalment, per l'assemblatge dels elements del Quincunx s'ha pensat en un becari del Departament de Fabricació. En el cas de que no s'arribés a un acord amb aquest Departament es valoraria l'opció d'utilitzar un becari del departament d'Estadística o un operari extern. El temps estimat de muntatge d'aquest prototip s'ha estimat en 2 hores per unitat.

El cost per muntar un tauler és diferent en funció de quin muntador s'utilitzi, si es tracta d'un becari el cost és de 8€/h (el cost de dos hores és de 16€); si es tracta d'un operari extern el cost és de 15€/h (el cost de dos hores és de 30€).

Finalment, s'ha considerat el cost de l'embalatge del Quincunx, format per una caixa de cartró de mesures estàndard, paper de bombolla i cinta per tancar la caixa, l'empresa escollida és Tucaja, aquesta empresa s'ha trobat per Internet, i s'ha vist que es poden demanar pacs per tal de reduir el cost del material per embalar. A la següent taula es fa un anàlisi del cost d'embalatge:

Material	Cost (€)	Cost per Quincunx (€/uni)
Caixa de cartró	4	4
Paper bombolla	33	0,66
Cinta d'embalar	2	0,035
Total		4,70

Taula 2. Llista de materials i cost per l'embalatge del Quincunx.

Per tant, el cost de la matèria prima, el muntatge i l'embalatge del Quincunx és de:

Nom	Quantitat	Cost unitari €	Cost per prototip
Tauler (P002)	1	96,5	96,5
Carrils (P003)	1	51	51
Barra (P004)	2	15,50	31
Malla (P005)	1	9,5	9,5
Pins malla (P006)	228	0,2263	51,6
Arandela (P007)	2	0,085	0,17
Embut (P008)	1	18	18
Cargol embut (P009)	1	0,00672	0,00672
Tirador embut DIN933 (P010)	1	0,5675	0,5675
Passa boles (P011)	1	2	2
Tope (P012)	2	18	36
Cargol DIN 7982	4	0,00153	0,00612
Tapa (P013)	1	10,40	10,4
Cargol DIN7981	4	0,00108	0,00432
Boles de plàstic	5.00	0,003	1,5
Muntatge	2	8,00	16
Embalatge	1	4,70	4,70
Total			330

Taula 3. Cost del Quincunx.

Se sap que la versió americana d'aquest prototip costa 1.190USD, per tal de poder acurar el màxim possible el cost de comprar un Quincunx americà, ja que s'ha vist que només existeix aquest proveïdor, s'ha demanat pressupost al proveïdor, i s'ha donat una direcció de Barcelona. També s'ha trobat quin és el percentatge aproximat (20%) que s'haurà de sumar al cost del Quincunx per passar l'aduana. [9]

Concepte	Cost (USD)
Quincunx	1.190,00
Taxa de vol	301,30
UPS	16,66
VAT	217,20
Valor actual	1.725,16
Aduana	345,00
Cost total	2.070,00

Taula 4. Cost de comprar un Quincunx als Estats Units.

El cost total que es tindria si es compra un Quincunx a l'empresa Lightning Calculator és de 2.070USD, equivalent a 1.593,80€. El preu que ha de pagar un client per la versió del Quincunx americana és 4,8 vegades més car que el preu de cost que el Quincunx espanyol. Per tant, es creu que es podria assolir un preu de venda competitiu si es decidís realitzar un pas més d'aquest projecte. El preu de cost del Quincunx és molt reduït, i encara es podria reduir més si es decidís realitzar el projecte, ja que es podria demanar als proveïdors un ajust econòmic de l'oferta realitzada.

Per tant, s'afirma que es pot assolir un cost final competitiu si es compara amb el Quincunx existent, és a dir, la versió americana. També s'ha de tenir en compte que el pressupost realitzat es pot abaratir, ja que es poden discutir els preus davant d'una proposició de compra ferma. Es veu doncs que tot i ser un prototip, el cost de fabricació ja és molt competitiu al del Quincunx existent. [12]

5. Estratègia de màrqueting – Pla d'acció

5.1. Aspectes a valorar

Un cop es detecta una necessitat a satisfer, com ara la necessitat de proporcionar una eina de recolzament als professors dels centres docents i ensenyar el significat de l'estadística, s'ha de realitzar un estudi de mercat que permeti conèixer aspectes com ara:

- **Les condicions de l'entorn:** Se sap que el Quincunx només existeix a Amèrica del Nord i que portar-lo a Europa incrementa molt el seu cost. És una eina poc coneguda i tediosa de dissenyar, per tant, durant els primers anys no hi ha d'haver competència a la província de Barcelona ni posteriorment al marc europeu.
- **El client objectiu:** Els professors, persones dedicades a ensenyar coneixements als alumnes que són el futur de la societat. La decisió de la compra però, sol ser decidida pel director del centre docent. No obstant, el producte serà utilitzat per professors i alumnes.
- **Els competidors existents:** Tal i com s'ha estudiat en capítols anteriors s'ha vist que només existeix un competidor, el qual es troba a molts quilòmetres de distància i no té prou presència en aquest continent.
- **Productes substitutius:** Els professors podrien arribar a descobrir que enlloc del Quincunx com a tal, existeixen "applets" com la que s'ha mostrat en un dels capítols que simulen el que fa el prototip, no obstant una aplicació de software no causa tanta expectació, ni capta l'atenció dels alumnes, ja que avui dia les aplicacions formen part de la rutina de la persona.

L'individu que compri un Quincunx aspirarà a tenir un bon servei postvenda (en el cas de que es trenqui algun element del tauler), un suport en PDF que orienti i recolzi a la persona que ensenya la manera de fer entendre els conceptes més bàsics de l'estadística de manera lúdica.

Cal destacar que les prestacions que tindrà aquest equip seran úniques al continent, ja que no hi ha cap altra empresa que el fabriqui, només s'han vist Quincunxs a museus, i aquests són de gran dimensió. El prototip dissenyat té una dimensió més petita, de manera que pot ser portàtil, amb l'objectiu de poder portar-lo d'una classe a una altra amb facilitat.

Com ja s'ha comentat anteriorment, com que no es disposen dades per tal de poder tenir una guia de com evolucionarà el mercat, es realitzarà una prova pilot amb una meta d'aconseguir vendre un Quincunx en 3 de cada 25 centres docents a la província

de Barcelona, és a dir, en un 12% dels centres docents. La idea és anar expandint la quota de mercat de mica en mica, i aconseguir arribar a altres províncies, fins arribar a l'exportació a altres països.

Per arribar fins al final, s'haurà de seguir una estratègia publicitària i promocional molt rigorosa, a més a més, avui dia aquesta feina es veu molt afavorida per les xarxes socials les quals faciliten aquesta tasca. S'ha arribat a una situació on les xarxes socials cada dia tenen més i més pes sobre la influència de les persones i per tant, seria necessari realitzar una gran tasca de "community management", explotant al màxim plataformes com poden ser Facebook, Blog, Twitter, etc.

D'altra banda, es disposarà d'un comercial que tindrà la tasca de concertar cites amb els centres docents per tal de presentar aquesta eina i donar-la a conèixer. És cert que potser els centres docents no decidiran comprar el Quincunx a curt termini, però potser al següent curs lectiu, quan es plantegi el pressupost, els professors pensin en aquesta valuosa eina didàctica i ho tinguin en compte. Es necessitarà per tant, un comercial carismàtic amb coneixements de ciències numèriques i capacitat per realitzar aquesta tasca amb èxit.

La millor manera de ser convincents és tenir referències, ja que es tracta d'un producte nou tal i com diu P. Grima, una bona opció seria donar com a referència que a l'ETSEIB s'està utilitzant des de fa anys amb molt èxit a les classes.

La millor manera de dur a terme una estratègia és tenint en compte la matriu DAFO:

Debilitats: No hi ha una empresa darrera que estigui consolidada, els moviments envers possibles competidors emergents poden ser lents.	Amenaces: Possibles empreses que vegin potencial al nostre producte i comencin a competir, les retallades al sector educatiu.
Fortaleses: Producte únic a nivell europeu, és una gran ajuda pels professors i científics, dóna un sentit físic a una ciència molt abstracta, la dificultat existent per part de professors d'ensenyar l'estadística.	Oportunitats: Es té el recolzament de la UPC (una universitat de renom), una versió "low cost" pot arribar a aconseguir atreure clients d'Amèrica, recolzament actual als emprenedors.

La consideració més important és la matriu DAFO, ja que d'aquí s'han extret les pautes generals pel disseny del producte. S'han aprofitat les oportunitats de negoci que dóna l'entorn i a més a més, el producte es potenciarà i recolzarà en les seves fortaleeses reduint també les debilitats. El disseny del prototip està pensat per complir tots els requisits necessaris pel consumidor, és a dir, un professor d'escola que té interès en ensenyar als seus alumnes amb un pressupost reduït.

Mentre es dugui a terme la campanya de promoció s'han de destacar conceptes que facin èmfasi en el que s'ha determinat rellevant pels clients, és a dir, el baix preu de l'equip i el potencial que brinda com a eina educativa en l'àmbit de les ciències numèriques.

Pel que fa a la competència, serà difícil que els clients puguin comparar el Quincunx amb un altre producte de competidors del mercat, però quan ho facin veuran que el tracte que rebran si el comparen amb la competència serà molt diferent, donat que si compren la versió d'aquest projecte tindran un proveïdor local, que en qualsevol moment el podrà atendre per qualsevol tipus de consulta, sense barreres lingüístiques. I si així ho precisen es podria fer un seminari de formació per tal d'ensenyar al consumidor la utilitat del Quincunx de primera mà, entre d'altres avantatges.

Un cop passi el temps suficient en el que els consumidors hagin pogut gaudir d'aquesta eina, se'ls sol·licitarà la seva opinió així com idees de millora, ja que quan es tracta de créixer els propis clients són els que donen les millors pautes a seguir.

Després d'un temps, quan es coneguin els costos i el temps de fabricació, així com el volum estimat i la projecció de vendes, es pot establir el marge de beneficis. Serà rentable? Una pregunta molt difícil de respondre ja que no es disposen de suficients dades experimentals per poder valorar-ho, tenint en compte però, que es tracta d'una eina educativa el marge de beneficis no és tant important, com és la oportunitat de proporcionar als alumnes una eina molt útil per a la seva formació i el seu aprenentatge del significat de l'estadística.

Finalment, un cop s'arriba a aquest punt, es pot començar a actuar, és a dir, iniciar el pla d'acció a la província de Barcelona. Aquest fet servirà com a banc de proves per tal de poder estimar l'evolució del èxit o fracàs del Quincunx. També es podrà corregir les deficiències que es trobi al producte, ja que com s'ha comentat durant tot el projecte el disseny realitzat només és un prototip per valorar econòmicament la viabilitat del Quincunx, així com veure si té sentit o no continuar endavant amb aquesta idea.

Un cop s'introdueixi el producte plenament en el mercat, amb el suport publicitari i promocional prèviament definit, només quedarà supervisar els mecanismes de control i

de seguiment per adequar el producte a possibles canvis en el mercat i innovacions durant el curs de la seva vida. [6]

Quan s'entregui un Quincunx es farà amb una sèrie de documents de suport en PDF, el manual d'instruccions i un llibret d'exercicis que el professor podrà realitzar a classe. D'aquesta forma serà més atractiu pels consumidors.

5.2. Manual d'instruccions

Enhorabona per l'adquisició del Quincunx. Aquesta eina li proporcionarà coneixement a vostè i tota aquella persona que la utilitzi amb finalitats didàctiques. Vostè mateix podrà comprovar el profit que es pot treure de les classes gràcies al tauler Quincunx.

Si algun pas dels que es detallen aquí no queda clar, no dubti en trucar al seu proveïdor local.

El funcionament del Quincunx consisteix en 7 passos:

1. Col·locar totes les boles a la part superior del tauler, i evitar que les boles s'escapin utilitzant la palanca d'accionament de la dreta.
2. Un cop totes les boles estan a dalt, situar l'embut a la zona per on es vol que caiguin les boles.
3. Accionar la palanca que està retenint les boles, aquestes passen per la malla de pins i cauen als carrils.
4. Analitzar el que està passant.
5. Un cop es vulgui treure les boles dels carrils s'ha d'accionar la última palanca per tal de que puguin baixar gràcies a la gravetat.
6. Com es pot observar, el Quincunx disposa de dos zones per atrapar les boles, d'aquesta manera es pot arribar a dibuixar dos corbes per tal de comparar-les.
7. Tornar al pas 1.

En cas de que alguna bola es quedi enganxada pel recorregut (encara que és poc probable), es pot treure retirant les peces del Quincunx per la part dreta. Gràcies al seu disseny modular es pot desmuntar sense cap problema, per fer-ho només serà necessari un tornavis d'estrella i treure els topes de la part dreta.

En cas de que alguna peça es trenqués per caiguda, o es perdi, posi's en contacte amb el seu proveïdor local i ell el podrà ajudar.

Per última instància el volem animar a que si té alguna proposta de millora durant la utilització del Quincunx, li agrairíem que ens ho faci saber. Així es podrà evolucionar cap a un disseny que compleixi els requisits de tots els nostres clients.

5.3. Exercicis per als professors

És molt important que el professor es senti recolzat a l'hora d'ensenyar aquesta nova eina als alumnes, un petit quadern amb uns quants exemples de com pot ensenyar als alumnes el funcionament del Quincunx donarà la seguretat necessària al professor.

Els exercicis que hi haurà al quadern seran:

Exercici 1: Observar la distribució Normal.

- Col·locar les boles a la part superior del Quincunx.
- Situar l'embut en el que serà el centre de la corba normal que s'obtindrà.
- Deixar passar les boles accionant la barra passaboles.
- Un cop es cregui que ja s'han assolit els resultats esperats tancar la palanca que deixa passar les boles.
- Analitzar els resultats obtinguts conjuntament amb tota la classe.

Exercici 2: Observar les causes assignables d'una mostra.

- Col·locar les boles a la part superior del Quincunx.
- Situar l'embut en el que serà el centre de la corba normal que s'obtindrà.
- Deixar passar les boles accionant la barra passaboles.
- Mentre les boles van caient, moure l'embut del Quincunx cap a un costat.
- Transcorregut una estona tancar el pas de les boles perquè no baixin més.
- Analitzar els resultats obtinguts.

Segurament s'obtindrà una corba amb dos màxims, semblarà com dos corbes normals superposades, això es dona quan a una mostra poblacional existeixen causes assignables. En aquest cas la causa assignable és el moviment que hem fet amb l'embut, però també podria ser perquè es canvia la inclinació del Quincunx.

Aplicat a la vida real, aquestes causes assignables es poden donar en un procés de fabricació quan es canvia d'operari, de matèria prima, es realitza un manteniment a la màquina, etc. No obstant, aquestes causes es poden veure a les corbes estadístiques, d'aquesta manera podem ser capaços de trobar quina és la causa assignable en un procés i evitar-la.

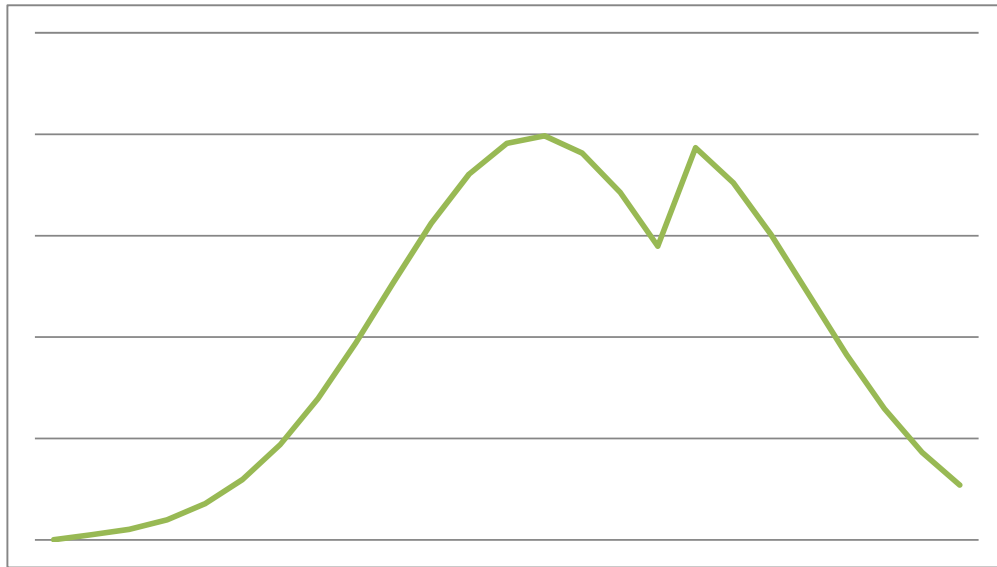


Figura 25. Resultat de la corba normal amb una causa assignable.

Exercici 3: Augment de la variabilitat per sobreajust.

L'augment de la variabilitat per sobreajust és el resultat d'estar ajustant en tot moment del procés una màquina, és a dir, si constantment estem ajustant una màquina de procés mentre el procés està funcionant el que estem fent és augmentar el camp d'incertesa i la corba normal que el descriu és molt més gran que la que tindríem si no toquéssim la màquina. A la Figura 26, es pot observar el resultat després d'ajustar la màquina 3 vegades, cada cop que s'ajusta la màquina estem canviant de corba normal que descriu l'incertesa del procés, al final del procés els defectes que puguin tenir les peces realitzades es mouen dins d'un camp d'incertesa tal que abasta les tres corbes (corba negra), per tant el camp d'incertesa és més gran i la qualitat de fabricació del nostre procés es veu empitjorat.

Per visualitzar aquest fet al Quincunx s'ha de fer el següent:

- Col·locar les boles a la part superior del Quincunx.
- Situar l'embut en el que serà el centre de la corba normal que s'obtindrà.
- Deixar passar una bola, si aquesta cau al carril on està situat l'embut, deixar passar una altra bola.
- Si la bola cau en un altre carril, moure l'embut i situar-lo al carril que ha caigut la bola.
- Repetir aquest procés reiterades vegades.
- Un cop finalitzat l'experiment, s'haurà obtingut una corba molt ampla comparada amb les que s'obté normalment.

- Analitzar els resultats obtinguts.

Gràcies al fet de que el Quincunx disposa de dos barres que bloquegen el pas de les boles als carrils es pot fer una corba normal i una amb sobreajust per tal de comparar-les més fàcilment.

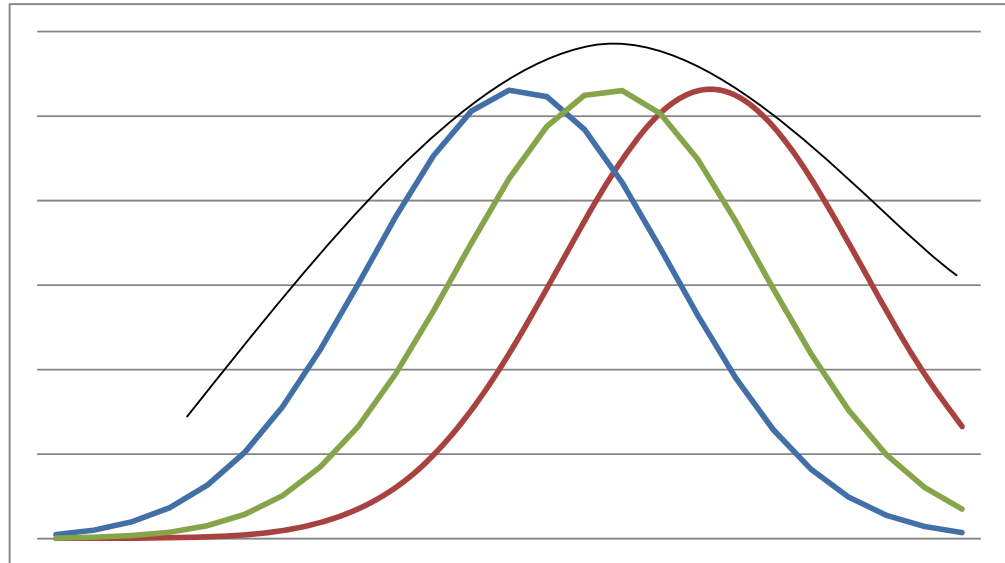


Figura 26. Resultat de la corba normal per sobreajust.

6. Impacte medi ambiental

Totes les accions realitzades per un ésser humà impliquen un impacte ambiental i/o social associat. Durant la realització d'aquest projecte l'impacte ambiental provocat ha estat mínim, donades de les característiques de l'estudi dut a terme.

En aquest projecte només intervenen 2 persones, on cadascuna realitza una tasca molt diferenciada. El professor Pere Grima com a tutor/guia d'aquest projecte i l'alumna Noelia Quesada com editora i dissenyadora del projecte en qüestió, realitzant les tasques de disseny i de màrqueting.

Les característiques d'aquesta feina han provocat un impacte ambiental classificat en els següents factors:

- **Electricitat:** Consumida en il·luminació, calefacció i ordinador.
- **Aigua potable:** Necessària per assegurar la hidratació.
- **Aigua sanitària:** Deguda a l'ús del lavabo.
- **Paper i altre material físic:** Per tal de realitzar l'informe final, així com la documentació prèvia.
- **Combustibles fòssils:** Com a conseqüència de les reunions mantingudes per les dues parts.

L'impacte que tenen aquests factors sobre el medi ambient i la societat són menyspreables, comparats amb el consum total que hi ha d'aquests factors diàriament.

6.1. Evaluació de l'impacte ambiental si el prototip es dus a terme

A continuació es fa un repàs dels impactes ambientals associats a la realització del prototip. Es considera els materials utilitzats, la seva fabricació, els processos compresos dins de la construcció així com la repercussió derivada del seu ús.

6.1.1. Materials

El material més present en el prototip és el faig. El faig és un tipus d'arbre, per això s'ha d'assegurar que el proveïdor de les peces de fusta compra la matèria prima en llocs certificats per realitzar aquesta acció. Ja que la desforestació és la causa de les sequies, i l'eliminació d'ecosistemes sencers. Per això, si s'assegura que la fusta està considerada

apta pel seu consum, s'entén que no existirà desforestació. D'aquesta manera es minimitza l'impacte ambiental.

Pel que fa a l'acer que s'utilitzaria, hem de saber que el 40% d'acer que existeix al món es reciclat. Per tant, la cargoleria i les petites barres que formen la malla del Quincunx, així com totes les peces d'acer haurien de ser d'acer reciclat, per reduir al mínim l'impacte ambiental que es causaria.

La tapa del prototip s'ha dissenyat en metacrilat, conegut també com polimetilmetacrilat (PMMA), el qual és un polímer reciclable, tot i ser un derivat del petroli.

A tots aquests costos ambientals difícils de quantificar, cal tenir en compte que s'ha de valorar el cost energètic fruit del transport en la seva etapa inicial com en la distribució de les peces fabricades al punt on es vagi a ensamblar el producte final.

6.1.2. Processos

Si es desenvolupes el prototip, s'hauria de valorar l'impacte associat als processos de fabricació, és a dir, al mecanitzat de totes les peces que formen el Quincunx.

El mecanitzat de les peces inclou tots els processos necessaris per a la fabricació d'aquestes. Tots aquests processos generarien residus inerts i un consum energètic, tots dos molt reduïts.

6.1.3. Repercussions derivades del seu ús

Finalment, és important tenir en compte tot el que pugui ser associat al que seria l'ús del prototip si aquest es dusa a terme. Es parla doncs des d'un punt de vista de l'entorn ambiental i social.

El més important, és que un cop fabricat, el producte no necessitaria cap tipus de consum energètic per fer-lo servir, és totalment mecànic. També s'ha de destacar que no es necessitaria cap tipus de vehicle (camió, cotxe, furgoneta) per al seu transport, ja que està pensat per que es quedi al centre docent on s'hagi adquirit i portar-lo d'una classe a una altre un mateix.

Per la banda de **l'impacte social** que podria tenir el prototip, no es considera que pugui tenir un impacte negatiu, sinó que tot el contrari. Aquest prototip ha estat pensat per al benefici de l'usuari final, per recolzar-lo en l'ensenyament de l'estadística i per a que tots els alumnes puguin entendre millor aquesta ciència. Per tant, el prototip aportaria benestar a aquells que l'utilitzin ja que facilita l'enteniment de conceptes que resulten difícils d'entendre.

7. Conclusions

Durant aquest projecte s'ha pogut veure el potencial amagat que hi ha darrere d'un tauler amb una malla de pins disposats d'una manera específica. L'estadística és una ciència que poques persones entenen i que acostuma a provocar certa desconfiança sobre persones poc qualificades per entendre-la.

Aquesta eina pot ajudar de forma inimaginable a persones que tenen poca capacitat d'abstracció i d'imaginació, així com a professors que els hi costa explicar-se davant d'aquesta situació.

S'ha aconseguit assolir un cost reduït, el que em fa pensar que la màquina que es ven a l'estranger té un preu final abusiu, això és donat a que tenen el monopoli d'aquest mercat i s'estan aprofitant d'aquest fet.

Després de realitzar el disseny, es va pensar en una idea per arribar a reduir més costos que s'hauria d'estudiar: es tractaria de vendre el Quincunx a peces i que el mateix client el munti a casa seva (o al col·legi). La idea és una còpia dels mobles de Ikea, una de les premisses d'abaratir costos és reduint la mà d'obra, però estudiar aquesta alternativa no forma part d'aquest projecte.

En els pressupostos dels proveïdors de peces s'ha observat una gran dilatació de preus de les peces de fusta, per tant, seria un punt a tenir en compte en una fase definitiva d'aquest projecte.

S'ha assolit la meta de dissenyar una eina didàctica i lúdica, que fa pensar als alumnes interpretant les dades gràfiques resultants, estimulants així la ment i reforçant conceptes bàsics de l'estadística, tal i com diu P. Azcarate que costen d'entendre. [5]

D'altra banda el cost i el preu final del Quincunx pot resultar molt diferent depenent de la perspectiva que se li doni al projecte. Si s'entén com una eina educacional fonamental a qualsevol centre docent, no seria ètic treure el màxim de beneficis possibles. No obstant, si s'entén com una eina potencial per generar beneficis a la UPC serà difícil aconseguir introduir aquest tauler als col·legis, donada la situació de crisi en la que es troba la província i el país. Per tant s'ha d'intentar trobar un equilibri entre les dos postures, no obstant, aquesta decisió no forma part d'aquest projecte.

El més important d'aquest projecte és que s'ha vist que s'ha aconseguit un cost del Quincunx molt competitiu en vers el preu de venda que té l'equip de la competència.

8. Estudi econòmic

Es realitza un estudi econòmic per veure quin seria el cost de realitzar aquest projecte.

- **Cost de personal:** Fa referència a les diferents feines realitzades pels diferents enginyers implicats.

Concepte	Detall	Import
Recollida d'informació	12€/h x 100h	1.200€
Anàlisi de mercat	12€/h x 50h	600€
Disseny prototip	12€/h x 300h	3.600€
Redacció informe	12€/h x 80h	960€
Director	40€/h x 10h	400€
Total		6.760€

Taula 5. Cost del personal

- **Cost de les aplicacions:** Fa referència a l'import de software i hardware necessaris per desenvolupar el projecte.

Concepte	Detall	Import
Hardware	PC portàtil	700€
Software	Microsoft Office Professional 2007	650€
	SolidWorks 2012 (versió estudiant)	0€
Total		1.350€

Taula 6. Cost d'aplicacions informàtiques

- **Cost de transport i material d'oficina:** Aquí es té en compte les despeses que s'han tingut en les reunions amb el director del projecte (vehicle privat o transport públic), així com el material d'oficina utilitzat mentre es realitzava (impressions, fotocòpies, paper, cartutxos de tinta, etc.)

Concepte	Import
Personal	6.760€
Aplicacions	1.350€
Transport	90€
Material d'oficina	100€
Subtotal	8.300€

Taula 7. Cost del projecte abans de beneficis i impostos.

Un cop es té el marge brut del projecte s'ha d'afegir el cost corresponent al benefici i a l'IVA.

Concepte	Import
Subtotal	8.300€
Benefici (15%)	1.245€
Total	9.545€
IVA	2.004,5€
Total + IVA	11.549,5€

Taula 8. Cost total del projecte.

Agraïments

En primer lloc vull donar les gràcies al professor Pere Grima per haver-me proporcionat una idea tan bona per al meu projecte de final de carrera, ja que no és fàcil trobar un projecte que combini l'enginyeria amb la gestió de manera tècnica. Per haver-me guiat durant aquesta fase de la meva carrera, per haver tingut paciència i per haver-me animat a acabar aquest projecte.

També vull donar les gràcies a la meva família per tots aquests anys de suport a la carrera, als meus amics per animar-me en els moments més difícils de la carrera i finalment a la meva parella, per recolzar-me dia a dia, sobretot en la fase final dels meus estudis, sense ella no hagués sigut tan motivant acabar. No em voldria oblidar pas dels meus gats, Lis i Newton, que sempre han estat al meu costat mentre dissenyava, redactava i elaborava el projecte.

Bibliografia

Llibres

- [1] Cannariato, C.A. (2007). *The probability of Progress: Resisting History in Galton and Modern fiction, 1869-1936*. University California, Santa Barbara: ProQuest.
- [2] Galton, F. (1894) *Natural Inheritance*, Londres: Macmillan & CO.
- [3] Grima, P. (2010). *La Certeza absoluta y otras ficciones*. Barcelona: RBA
- [4] Peña, D. (2001). *Fundamentos de estadística*. Madrid: Alianza Editorial.

Articles

- [5] Azcarate, P. *¿Por qué no nos gusta enseñar estadística y probabilidad?*. Universidad de Cádiz, extret el 13 de Novembre de 2012, a www.earlystatistics.net/.../files/Azcarate_thales2006_Conferencia.doc.

Articles de revista digital

- [6] Álvarez, J.J (n.d). *Lanzar un producto al mercado. Finam*. Recuperat el 19 de Febrer de 2013 a <http://www.finam.cl/contenidos/jalanzar.htm>.
- [7] Moore, S. (2010). *The Quincunx as an Educational tool. Qualitydigest*. Recuperat el 20 de Gener de 2013 a <http://www.qualitydigest.com/inside/twitter-ed/quincunx-educational-tool.html>.
- [8] Pittman, G.E. (2000). *Who is Sir Francis Galton?. The Galton Institute Newsletter, 39*. Recuperat el 19 de Gener de 2013 http://www.galtoninstitute.org.uk/Newsletters/GINL0012/Who_Is.htm.

WEB

- [9] Agencia Tributaria (n.d.). *Agencia Tributaria*. Recuperat el 23 de Març de 2013 a http://www.agenciatributaria.es/AEAT.internet/Inicio_es_ES/Aduanas_e_Impuestos_Es peciales/Aduanas_e_Impuestos_Especiales.shtml.

- [10] Carol Christiansen (2008). *Wikimedia Commons*. Recuperat el 28 de Novembre de 2012 a <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DarwinGaltonClan.jpg>.
- [11] Generalitat de Catalunya (2012-2013). *Departament d'ensenyament, mapa escolar*. Recuperat el 07 de Febrer de 2013 a <http://aplitic.xtec.cat/MapaEscolar/>.
- [12] Lightning Calculator (n.d.). *Lightning Calculator*. Recuperat el 28 de Desembre 2012 a <http://www.qualitytng.com/shop/index.php?page=shop-browse-5cf8cb6d36d09bd7646554f48bd832ab>.
- [13] Lightning Calculator (n.d.). *Model WD-7 Quincunx Board*. Recuperat el 19 de Febrer de 2013 a <http://www.qualitytng.com/shop/index.php?page=shop-flypage-5-5cf8cb6d36d09bd7646554f48bd832ab>.
- [14] Quincunx (2007). *El paisaje construido*. Recuperat el 10 de Març de 2013 a <http://www.quincunx.es/2012/04/26/%C2%B7-de-quincunce/>.
- [15] Wikipedia (2008). *Francis Galton*. Recuperat el 17 de Març de 2013 a http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Francis_Galton_1850s.jpg.
- [16] Wikipedia (n.d.). *Quincunx*. Recuperat el 17 de Març de 2013 a <http://it.wikipedia.org/wiki/Quincunx>.

ANNEX

Tot seguit s'ajunta el cost obtingut per a cada peça de cada proveïdor escollit.

Cost de la tapa

Tot seguit es mostra una imatge de l'oferta realitzada per l'empresa Polimer Tecnic.



**POLIMER
tecnic**
vitroflex® ACRYLIC SHEETS

PT Polimer Tecnic, SLU
C/ Romani, 2 - Pol. Ind. Polingesa
17457 Riudellots de la Selva Girona España
Tels : 972 47 77 00 / 972 47 76 60 Fax : 972 47 84 39
info@polimertecnic.com www.polimertecnic.com

PRESUPUESTO

Entregar a:
Venta contado

Teléfono : Fax :

Presupuestado a:
Venta contado
Noelia Quesada

Nº Presupuesto	Fecha	Fecha Validez	Nº Proveedor	Código	CIF / NIF	Atendido por	Nº Hoja
AA13000106	13-02-2013			999999		Josep Romero	1

Artículo	Descripción	Medidas L x A	Cantidad	Peso Neto Precio Dto.	Superficie Importe
MANIP LASER	Manipulacion de piezas con laser corte laser plancha metacrilato incolor según plano 100 u 990 x 440 x3 cantos redondeados		100,0 Unid	10,40	1.040,00

Reg. mercantil de Girona, tomo 625, folio 134, hoja GE15870 CIF / NIF : B-17448240

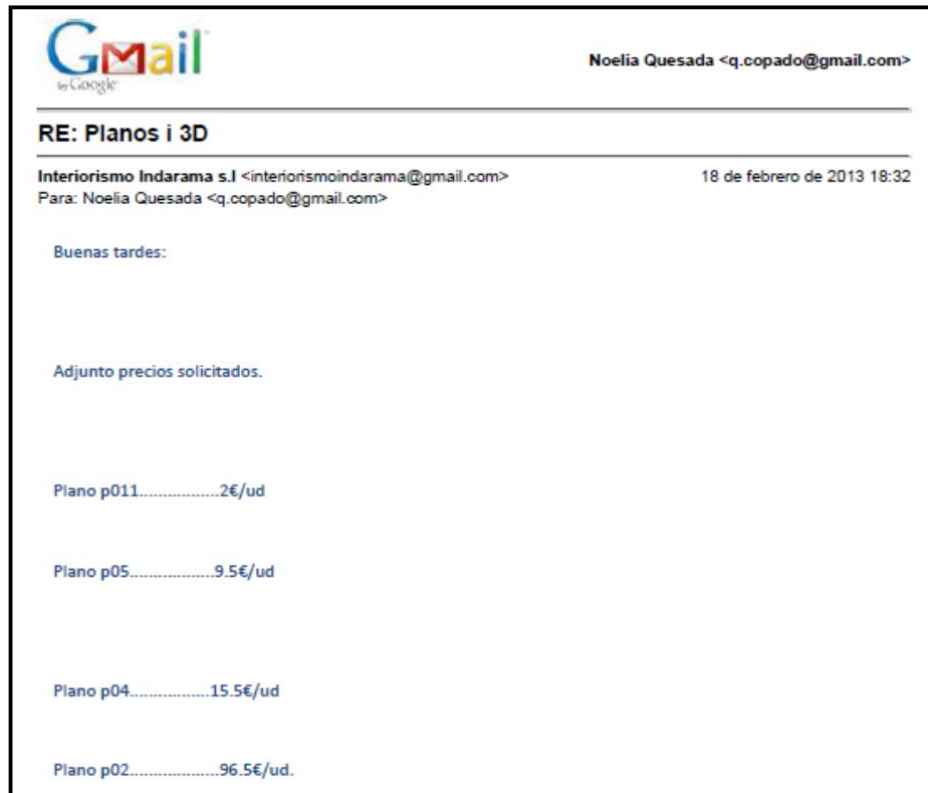
Total Bruto	Dto.	%	Dpp.	%	Portes	Base Imponible	% IVA	Cuota IVA	Total Presupuesto
1.040,00									1.258,40

Cost de les parts de fusta

Es va contactar amb l'empresa Interiorismo Indarama per e-mail, les peces de fusta són les que formen l'estructura del Quincunx.

Tot i que aquí posa P002, fa referència a la P003





Boles de plàstic

Donada la versatilitat de trobar aquestes boles de plàstic, es va buscar una pàgina web que les vengui per poder estimar el cost.

[Página Principal](#) > [productos](#) > [Relojes, Joyas y Gafas](#) > [Joyería](#) > [Perlas Sueltas \(20696\)](#)

1.5mm - 10mm sueltas tamaño sin agujero de plástico cuentas de perlas

por [Dongguan Chenzhuxi Jewelry Co., Ltd.](#)



Precio FOB: US \$0.003 - 0.004 / Unidad (aprox. EUR 0 - 0 / Unidad)
[Obtenga el Último Precio](#)

Puerto: Shenzhen

Cantidad de pedido mínima: 10000 Unidad/unidades

Condiciones de pago: T/T, Western Union, MoneyGram

[Contactar Proveedor](#)
Envíele directamente su consulta

[Favorite](#) [Facebook](#) [Twitter](#) [Google](#)
[Delicious](#) [Reddit](#)

[Ver imagen más grande](#)

Más datos sobre la transacción

Capacidad de suministro:	30000000 Unidad/unidades por Día
Paquete:	La bolsa de polietileno (10000 - 50000 pc por el bolso)
Plazo de entrega:	3 - 7days (o de acuerdo a la cantidad de la orden)

Datos del proveedor

Dongguan Chenzhuxi Jewelry Co., Ltd.
[Guangdong, China (continente)]

Tipo de Negocio: Fabricante

[Datos de contacto](#)
[Proveedor Gold \[quinto año \]](#)
[Inspeccionado In-Situ](#)

Perfil de la empresa

- [Video de presentación](#)
- [Certificados](#)
- [Administración](#)
- [Msn:](#)
 - De correo electrónico: sales@dgzxipearljewelry.cn
 - [perlas de imitación de introducción](#)
 - [Control de Calidad](#)
 - [Productos \(4751\)](#)

Informació extreta de la pàgina web: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/1-5mm-10mm-size-loose-without-hole-plastic-pearl-beads-503577507.html>

Fasteners

L'empresa Tuhewi ha proporcionat l'oferta dels cargols, s'ha contactat amb ella per email.

A la atención de Elena

Elena Martinez <comercial@tuhewi.com>
Para: Noelia Quesada <q.copado@gmail.com>

12 de febrero de 2013 15:38

Hola Noelia.

Nos encantará recibir tu visita.

Te informo.- Precios Exworks.

Me faltaría pasarte la arandela y el tirador, la chapa no tengo disposición de ella para pasarte precio.

La que me acabas de pasar, lo miro y te digo..

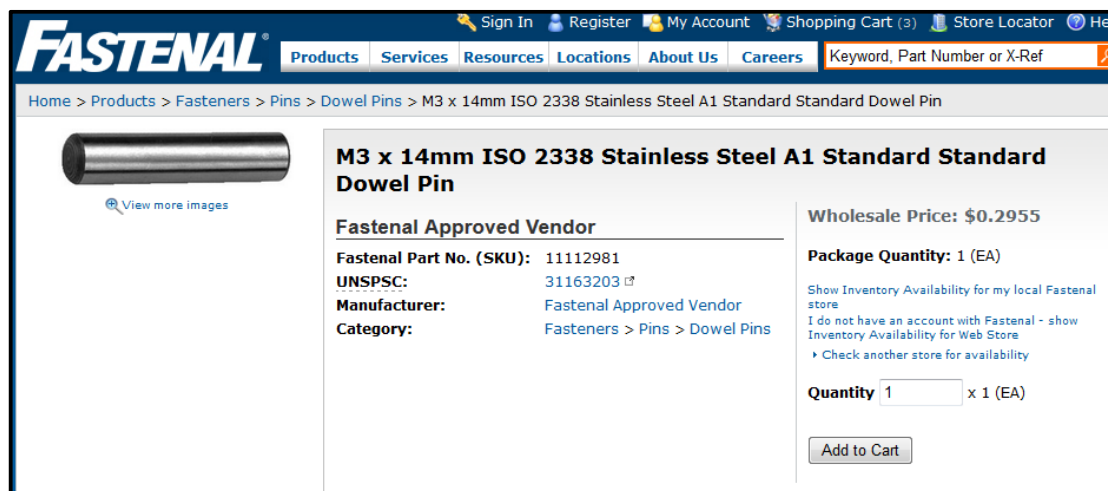
798267022006	TORNILLO DIN-7982 ZN 2 (2,2) X 6,5	400 unidades	1.53 EUROS MILLAR
ISO-7049 (SEGURAMENTE SE REFIERE AL DIN-7981, PERO CONFIRMALO SI ACASO)			
798167022009	TORNILLO DIN-7981 ZN 2 (2,2) X 9,5	400 unidades	1.08 EUROS MILLAR
093367005030	TORNILLO DIN-933 ZN. <u>M-5 X 30</u>	100 unidades	6.72 EUROS MILLAR

Mit freundlichen Grüßen / Best regards / Salutations / Saludos / Cumprimentos

ELENA MARTINEZ JARAIZ

TUHEWI, S.L.

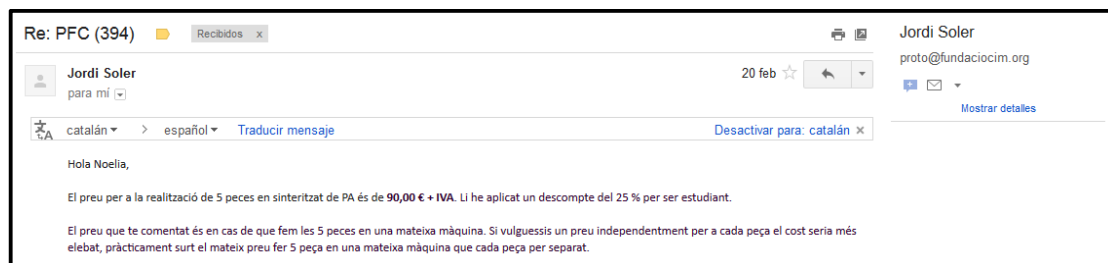
Pins malla



S'adunta una imatge la pàgina web d'on s'ha extret el cost dels pins per la malla, a més a més, l'equivalència és $0,2955\$ = 0,22636€$

Extret de <http://www.fastenal.com/web/products/detail.ex?sku=11112981>

Pins malla, tirador, tope, embut, arandela



El cost és de les 5 peces, com que al email comenta que el cost de cada peça per separat sumaria el mateix, ponderem a 18€ la peça. D'aquests costos només s'ha utilitzat el cost de l'embut i del tope.

Tirador de fusta



4 X ROUND PINE KNOBS CUPBOARD KNOBS

Pushka
FIXINGS INCLUDED!

Tirador Redondo Pino Puertas Armario Cajones Pomo Pushka 4 Unidades

Estado del artículo: **Nuevo**

Tiempo restante: 17d 05h (01 abr 2013 03:46:41 H.Esp)

Cantidad: Más de 10 disponibles

2,27 EUR [¡Cómpralo ya!](#)

[Añadir a lista de seguimiento](#)

Envío: **7,42 EUR** - Envío económico desde el extranjero | [Ver toda la información](#)
El plazo previsto de entrega es de 11-23 días laborables.
Ubicación del artículo: **London, London, Reino Unido**
Realiza envíos a: **A todo el mundo** [Ver la lista de exclusión](#)

Pagos: **PayPal** | [Ver información de pago](#)
PayPal te protege por el importe total de esta compra. [Ver condiciones.](#)

Devoluciones: reembolso de 14 días | [Leer los detalles](#)

Donat que es considera excessiu els costos proporcionats per la Fundació CIM, es va buscar algun tirador prefabricat pugui funcionar pel prototip dissenyar i poder estimar un cost més acurat per aquesta peça.

Arandela

Pel mateix motiu que el tirador ofertat per la Fundació CIM es considera car, l'arandela també, per això es va decidir buscar una arandela que encaixes amb el prototip dissenyat i abaratir el cost del projecte.



Cost de la caixa de cartó, paper bombolla i cinta d'embalar

Per entregar el prototip al client es necessita una caixa de cartró, paper de bombolla i cinta d'embalar, per tal de protegir el producte de possibles cops en el transport i facilitar l'entrega.


Tu Caja
MATERIAL DE EMBALAJE


902.00.26.51

**Mucho más
que una Tienda
de cajas**


[Página de inicio](#) » [Cajas](#) » [Embalajes](#) » [Fundas](#) » [Otros Productos](#) » [Packs Mudanza](#) » [Pedidos a Medida](#) » [¿Dónde Estamos?](#)

Inicio

- Cajas
 - Cajas de Cartón
 - [Cajas de Cartón 'Sin Asas'](#)
 - Cajas de Cartón 'Con Asas'
 - Cajas de Plástico
 - Cajas de Tela
- Embalajes
- Fundas
- Otros Productos
- Packs Mudanza
- Pedidos a Medida

Búsqueda de productos

Inicio » Cajas » Cajas de Cartón » Cajas de Cartón 'Sin Asas' » Caja de Cartón TV 120 X 10 X 80



Nuevo Caja de Cartón TV 120 X 10 X 80
N.º de producto: S167
Caja de cartón extra larga para proteger televisores, cuadros, espejos, planos, ... en color marrón con Kraft de primera calidad. Fabricada en cartón doble de gran resistencia y durabilidad. Sus medidas son 120 cm. x 10 cm. x 80 cm.
 El producto está disponible
Plazo de entrega: 2 día(s)
3,99 €
PVP sin IVA
[Añadir a la cesta](#)
[Poner en la lista de la compra](#)

Cesta
Su cesta está vacía.
Identificarse
Nombre de usuario

Contraseña

[¿Ha olvidado su contraseña?](#)
[Registrarse](#)
 
  


Tu Caja
MATERIAL DE EMBALAJE


902.00.26.51

**Mucho más
que una Tienda
de cajas**


[Página de inicio](#) » [Cajas](#) » [Embalajes](#) » [Fundas](#) » [Otros Productos](#) » [Packs Mudanza](#) » [Pedidos a Medida](#) » [¿Dónde Estamos?](#)

Inicio

- Cajas
- Embalajes
 - [Papel Burbuja](#)
 - Cantoneras
 - Esquineras
 - Otros Embalajes
- Fundas
- Otros Productos
- Packs Mudanza
- Pedidos a Medida

Búsqueda de productos

Inicio » Embalajes » Papel Burbuja » Rollo Papel Burbuja 1 m x 100 m



Nuevo Rollo Papel Burbuja 1 m x 100 m
N.º de producto: S83
Rollo gigante de papel burbuja indicado para proteger cualquier tipo de producto como pueden ser vajillas, espejos, sofás, muebles, cuadros... Presentado en rollos de 100 metros de longitud y 1 metro de altura. El Ahorro Seguro.
 El producto está disponible
Plazo de entrega: 3 día(s)
32,99 €
PVP sin IVA
Precio diario actual

Cesta
Su cesta está vacía.
Identificarse
Nombre de usuario

Contraseña

[¿Ha olvidado su contraseña?](#)
[Registrarse](#)
 



Utilitats del Quincunx

En una de les ocasions en que s'ha contactat amb l'empresa que fabrica el Quincunx als Estats Units, s'ha aprofitat per demanar informació de que pot arribar a fer el Quincunx, per veure de quina manera ho enfoquen, s'ha vist que aquesta empresa es dedica més a la part de qualitat de processos y està molt enfocada a les empreses. Per aquest motiu tot seguit s'adjunta una fulla del catàleg de l'empresa on proposa diferents utilitats del Quincunx.

The Quincunx Demonstration Techniques

The uses of a Quincunx are only limited by the ingenuity of the instructor. Once you use a Quincunx and see how effective it is in communicating statistical concepts, you'll never teach without one. The following is a sample of the types of demonstrations that are possible:

1. DEMONSTRATE STATISTICAL INFERENCE - Can statistics really predict an outcome based on a sample? Demonstrate this by running a sample of 35 beads, calculate the mean and standard deviation and predict the six standard deviation limits. Try taking bets with the trainees that the next 100 beads will fall between the six standard deviation limits calculated. Run the next hundred beads and collect your bets.

2. DEMONSTRATE PROCESS CENTERING - Draw specification limits on the face of the Quincunx at the 5th and 20th column. Set the funnel to the left or right and demonstrate how a certain percentage of the measurement will fall outside of the specification. Now center the funnel and repeat the experiment. Watch the light bulbs go on with your students as they begin to understand the concept of 'centering a process' and how it could apply to their own processes.

3. DEMONSTRATE THE FUTILITY OF RANDOM INSPECTION - This demonstration is as effective with machine operators as it is useful in showing management how they are part of the problem. Point out current random sampling techniques that have been determined by your company, i.e. check every 20th piece, every half hour, twice per shift, etc. Set up the Quincunx as in the process centering demonstration and shift the funnel near the upper limit. Point out how many operators run to the side of the tolerance so they can reduce scrap (you can always rerun the part if it is oversize but it is scrap if its undersize). Drop 19 beads then drop the 20th bead representing the inspected part and note whether it falls inside or outside the specification. Repeat the process five or six times. Chances are every bead checked will be inside the specification with about 10% of all the other beads being outside the tolerance. If a bead does fall outside the tolerance during one

of the checks remind the student that most operators would run a second piece before adjusting the process. This demonstration drives home the reason why operators who are instructed to use random sampling techniques have trouble maintaining tolerance specifications.

4. TEACH X-R CHARTS - Close the top gate on the Quincunx and without moving the funnel run and plot samples of five beads on an average-range control chart. Calculate and plot the control limits on the chart just as if the quincunx were a machine. After creating the control chart move the funnel and plot another sample of five parts. Students will be amazed how quickly they can detect a shift in the funnel which is analogous to a change in the process. To carry the point a little farther tape a piece of paper over the funnel portion of the Quincunx and then randomly move the funnel to different directions and let the trainees guess whether the funnel has been moved or not based on their control chart plot. This technique is very helpful in building confidence in the value of control charting. Another point can be made by sliding the funnel completely to the right and allow the beads to drop directly onto the pins. Plot another sample of 5 beads and demonstrate how the range portion of the chart detects an out of control condition. This erratic behavior is analogous to machine conditions where bearings are worn, fixtures are loose, etc.

5. PRE-CONTROL - Run a sufficiently large sample to accurately calculate or predict the six standard deviation range. Mark the tolerance limits and pre-control lines on the face of the quincunx with the appropriate tape or transparency marker. Drop a series of beads with the funnel centered and demonstrate the decision rules of the pre-control plan. Move the funnel to the left or right and show how pre-control would re-center the process.

6. PROCESS MANAGEMENT - The WD-5, WD-6, and WD-7 models have a narrow distribution pin block for demonstrating the effect of process improvement. Since it has less variability, the control chart demonstration will have a smaller range and consequently tighter control limits.

QT-5 "The Quincunx and Statistical Training"

The above described demonstrations and more are all described on our QT-5 Audio Cassette Tape. This tape, which lasts over an hour, is one of our customer's favorites. Trainers keep telling us that it is a real help in getting them to understand the power of the quincunx to illustrate the principles of variation and the need for quality improvement.